

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-096396

(43)Date of publication of application : 09.04.1999

(51)Int.Cl.

G06T 17/00

(21)Application number : 09-254825

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

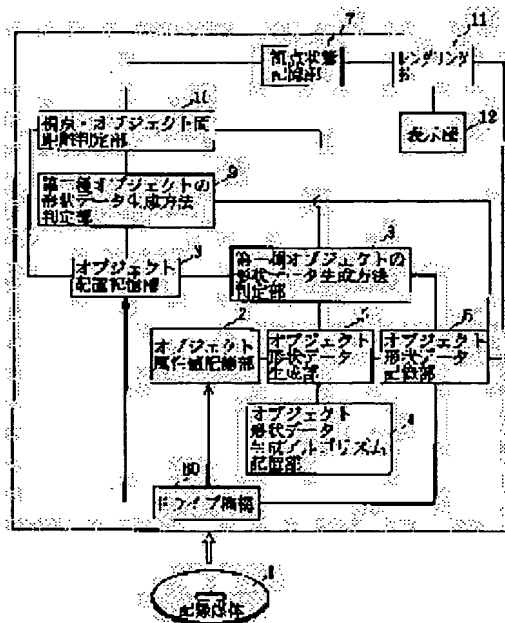
(22)Date of filing : 19.09.1997

(72)Inventor : WATANABE SHIGEAKI
MIMURA YOSHISUKE
SHIMIZU SHUICHI(54) IMAGE DISPLAY DEVICE DISPLAYING IMAGE SHOWING SCENE IN VIRTUAL SPACE
ARRANGING VIRTUAL OBJECT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image display device which reduces read time from a data storage device by using attribute value and a shape generation algorithm and generating shape data of a three-dimensional object.

SOLUTION: In an image display device which shows an image that looks in the direction of a line of sight from a view point position, a recording medium 1 records a attribute value of an object of the first kind, shape data of an object of the second kind and the arrangement position of each object, an object attribute value storing part 2 stores attribute values, an object arrangement storing part 3 stores arrangement and an object shape data generation algorithm storing part 4 stores a shape generation algorithm. A view point storing part 7 stores a view point state and a distance between view point and object deciding part 10 decides an object that is close to the view point. A shape data generation method deciding part 8 of the object of the first kind makes an object shape data generating part 5 produce shape data of the first kind which is close to the view point, and a shape data generation method deciding part 9 of an object of the second kind makes an object shape data storing part 6 read the shape data of the object of the second kind.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-96396

(43) 公開日 平成11年(1999) 4月9日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

G 0 6 T 17/00

G 0 6 F 15/62

3 5 0 A

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願平9-254825

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月19日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 渡邊 茂晃

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 三村 義祐

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(72) 発明者 清水 秀一

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

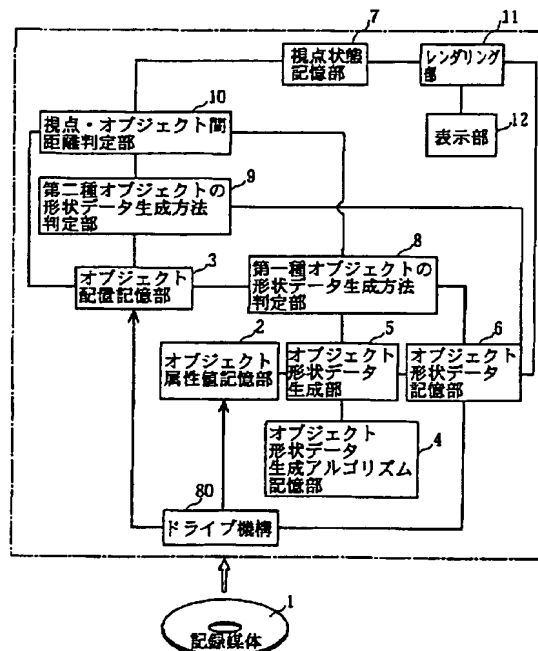
(74) 代理人 弁理士 中島 司朗

(54) 【発明の名称】 仮想物体が配された仮想空間内の光景を示す画像を表示する画像表示装置

(57) 【要約】

【課題】 属性値と形状生成アルゴリズムを用いて三次元オブジェクトの形状データを生成することにより、データ記憶装置からの読み込み時間を低減した画像表示装置を提供する。

【解決手段】 視点位置から視線方向を眺めた画像を表示する画像表示装置において、記録媒体1には第一種オブジェクトの属性値と第二種オブジェクトの形状データと各オブジェクトの配置位置とが記録され、オブジェクト属性値記憶部は属性値を記憶し、オブジェクト配置記憶部は配置を記憶し、オブジェクト形状データ生成アルゴリズム記憶部は形状生成アルゴリズムを記憶する。視点状態記憶部は視点状態を記憶し、視点・オブジェクト間距離判定部は視点に近いオブジェクトを判定する。第一種オブジェクトの形状データ生成方法判定部はオブジェクト形状データ生成部に視点に近い第一種形状データを作成させ、第二種オブジェクトの形状データ生成方法判定部はオブジェクト形状データ記憶部に第二種オブジェクトの形状データを読み込ませる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 仮想物体の基本構造に依存した様式により仮想物体の形状を示す第一種形状データが記録された記録媒体を用いて仮想空間内の光景画像を表示する画像表示装置であって、
仮想空間における複数仮想物体のそれぞれの配置座標と、当該配置座標に配すべき仮想物体名と、各仮想物体が第一種形状データであるかを示す種別情報とからなるマップ情報を記憶する第 1 記憶手段と、
内部メモリと、
全ての第一種形状データを記録媒体から内部メモリに読み出す第 1 読出手段と、
操作者の操作を受け付けて、仮想空間において視点座標を移動させる移動手段と、
視点座標が移動すると、視点座標を基準にした所定範囲内に配置座標を有する仮想物体名を第 1 記憶手段から検出する検出手段と、
所定のアルゴリズムを実行することにより、内部メモリに読み出された第一種形状データであって、検出された仮想物体名のものを頂点座標に変換する変換手段と、
変換手段により形状データから変換された頂点座標から仮想物体の投影像を生成する第 1 生成手段と、
第 1 生成手段により生成された投影像を合成して、光景画像を得る合成手段とを備えることを特徴とする画像表示装置。

【請求項 2】 前記記録媒体には、仮想物体の形状を近似した複数多角形の頂点座標を含む第二種形状データが記録され、
第 1 記憶手段が記憶している種別情報は、
仮想物体のうち、第二種形状データのものについては、その形状データが第二種形状データであることを示し、
画像表示装置は、
検出された仮想物体名のうち、第二種形状データに対応づけられているものを記録媒体から読み出す第 2 読出手段と、
第 2 読出手段により読み出された第二種形状データ内の頂点座標から仮想物体の投影像を生成する第 2 生成手段とを備え、
合成手段は、
第 2 生成手段により生成された投影像を第 1 生成手段により生成された投影像に合成して、光景画像を得ることを特徴とする請求項 1 記載の画像表示装置。

【請求項 3】 前記変換手段は、
複数のアルゴリズムを記憶するアルゴリズム記憶部と、
第一種形状データにおける基本構造と、視点座標を基準にした所定範囲内に配置座標を有する第一種の仮想物体名までの距離とから複数のアルゴリズムのうち何れかを選択する選択部と、
検出された仮想物体名の第一種形状データを、選択されたアルゴリズムを用いて頂点座標に変換する変換部とを

備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の画像表示装置。

【請求項 4】 前記仮想物体には、頂点座標数が異なる複数の第二種形状データを有するものがあり、
前記画像表示装置は、
検出手段が視点座標が移動すると、視点座標を基準にした所定範囲内に配置座標を有する仮想物体名までの距離が、所定の長さより短いかな否かを判定する第 1 判定手段を備え、
前記第 2 読出手段は、
短ければ、当該距離に応じた第二種形状データを記録媒体から読み出すことを特徴とする請求項 1～3 の何れかに記載の画像表示装置。

【請求項 5】 前記画像表示装置は、
視点から所定範囲内に配置座標を有する仮想物体までの距離が、所定の長さより短いかな否かを判定する第 2 判定手段を備え、
前記第 2 読出手段は、
距離が短い仮想物体のもののみ第二種形状データを記録媒体から読み出すことを特徴とする請求項 1～3 の何れかに記載の画像表示装置。

【請求項 6】 前記仮想物体には、第一種形状データ及び第二種形状データの両者を具備する両性仮想物体が含まれ、
前記画像表示装置は、
両性仮想物体までの距離が、所定の長さより短いかな否かを判定する第 3 判定手段を備え、
前記第 2 読出手段は、

短ければ、両性仮想物体が有する第二種形状データを記録媒体から読み出し、
前記変換手段は、
長ければ、両性仮想物体が有する第一種形状データを所定のアルゴリズムを用いて頂点座標に変換することを特徴とする請求項 1～5 の何れかに記載の画像表示装置。

【請求項 7】 前記画像表示装置は、
視点から所定範囲内に配置座標を有する仮想物体までの距離が、所定の長さより短いかな否かを判定する第 4 判定手段を備え、
前記変換手段は、
当該距離が短い仮想物体名の第一種形状データを頂点座標に変換することを特徴とする請求項 1～6 の何れかに記載の画像表示装置。

【請求項 8】 画像表示装置は、
視点から所定範囲内に配置座標を有する仮想物体までの距離が、所定の長さより短いかな否かを判定する第 5 判定手段を備え、
前記変換手段は、
当該距離が短い仮想物体名の第一種形状データを第 1 頂点座標群に変換し、当該距離が長い仮想物体名の第一種形状データを、より頂点座標の数が少ない第 2 頂点座標

群に変換することを特徴とする請求項1～7の何れかに記載の画像表示装置。

【請求項9】 仮想物体は複数領域に分割され、仮想空間内の各分割領域が占める座標を記憶する第2記憶手段を備え、前記検出手段は、視点座標が移動すると、視点が属する分割領域に配置座標を有する仮想物体名を、視点座標を基準にした所定範囲内に配置座標を有する仮想物体名として検出することを特徴とする請求項1～8の何れかに記載の画像表示装置。

【請求項10】 仮想物体は複数の通路が設置され、仮想空間内の各通路が占める座標を記憶する第3記憶手段を備え、前記移動手段は、操作者の操作を受け付けて、第3記憶手段に記憶された通路上で視点座標を移動させ、前記検出手段は、視点座標が移動すると、視点が属する通路に沿った配置座標を有する仮想物体名を、視点座標を基準にした所定範囲内に配置座標を有する仮想物体名として検出することを特徴とする請求項1～9の何れかに記載の画像表示装置。

【請求項11】 その基本構造が柱状である仮想物体の形状データは、柱状仮想物体の断面形状と、形状の縦横サイズと、その柱長とを示し、前記変換手段は、柱状仮想物体の断面形状を縦横サイズだけ拡張し、柱長だけ突き出すアルゴリズムを有することを特徴とする請求項1～10の何れかに記載の画像表示装置。

【請求項12】 仮想物体の基本構造に依存した様式により仮想物体の形状を示す第一種形状データと、仮想物体の形状を近似した複数多角形の頂点座標を含む第二種形状データとが記録された記録媒体を用いて仮想空間内の光景画像を表示する画像表示装置であって、仮想空間における複数仮想物体のそれぞれの配置座標と、当該配置座標に配すべき仮想物体名と、各仮想物体が第一種形状データであるか、第二種形状データであるかを示す種別情報とからなるマップ情報を記憶する第1記憶手段と、内部メモリと、全ての第一種形状データを記録媒体から内部メモリに読み出す第1読出手段と、操作者の操作を受け付けて、仮想空間において視点座標を移動させる移動手段と、視点座標が移動すると、視点座標を基準にした所定範囲内に配置座標を有する仮想物体名を第1記憶手段から検出する検出手段と、検出された仮想物体名のうち、第二種形状データに対応

づけられているものを記録媒体から読み出す第2読出手段と、所定のアルゴリズムを実行することにより、内部メモリに読み出された第一種形状データであって、検出された仮想物体名のものを頂点座標に変換する変換手段と、第2読出手段により読み出された第二種形状データ内の頂点座標から仮想物体の投影像を生成する第1生成手段と、変換手段により形状データから変換された頂点座標から仮想物体の投影像を生成する第2生成手段と、第1、第2生成手段により生成された投影像を合成して、光景画像を得る合成手段とを備えることを特徴とする画像表示装置。

【請求項13】 仮想物体の基本構造に依存した様式により仮想物体の形状を示す第一種形状データと、仮想物体の形状を近似した複数多角形の頂点座標を含む第二種形状データとが記録された記録媒体を用いて仮想空間内の光景画像を表示する画像表示装置であって、仮想空間における複数仮想物体のそれぞれの配置座標と、当該配置座標に配すべき仮想物体名と、各仮想物体の種別とからなるマップ情報を記憶する第1記憶手段と、操作者の操作を受け付けて、仮想空間において視点座標を移動させる移動手段と、視点座標が移動すると、視点座標を基準にした所定範囲内に配置座標を有する仮想物体名を第1記憶手段から検出する検出手段と、検出された仮想物体名の第一種形状データを記録媒体から読み出す第1読出手段と、検出された仮想物体名の第二種形状データを記録媒体から読み出す第2読出手段と、所定のアルゴリズムを実行することにより、記録媒体から読み出された第一種形状データを頂点座標に変換する変換手段と、第2読出手段により読み出された第二種形状データ内の頂点座標から仮想物体の投影像を生成する第1生成手段と、変換手段により形状データから変換された頂点座標から仮想物体の投影像を生成する第2生成手段と、第1、第2生成手段により生成された投影像を合成して、光景画像を得る合成手段とを備えることを特徴とする画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、仮想物体が配された仮想空間内の光景画像を表示する画像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】三次元CG（コンピュータグラフィックス）で作られた仮想的な空間の中で視点を移動させるこ

とにより、あたかもその空間の中を歩いているような感覚を与える仕組みは、ウォークスルーと呼ばれている。一般的に、三次元CGにおいては、個々の仮想物体（以下オブジェクトという）は、ポリゴンと呼ばれる多角形を多数個組み合わせることによりその形状が表現される。一つ一つのポリゴンの形状としては、三角形や四角形が多く用いられる。例えば、三角形ポリゴンを使った場合、オブジェクトの表面が小さな三角形の集まりで表現されることになる。つまり、オブジェクトの表面はメッシュ状に分割され、表面にはポリゴンとして使われた

10 三角形の頂点となるべき複数の点が並ぶことになる。そして、それぞれのオブジェクトを記憶する際のデータとしては、このオブジェクト表面の点の座標値と、それらの点のいずれを使って個々のポリゴンが作られるのかを表わす点の組み合わせが使われる。
【0003】このように三次元オブジェクトは多角形で構成されるため、個々のポリゴンが大きい場合には、オブジェクトの表面が角張って表示される。すなわち、オブジェクトの表面を滑らかに表示しようとすると、ポリ

20 ギンの大きさを小さくし、かつポリゴンの総数を増やさねばならないため、データ量は大きくなる。ウォークスルーでは、このポリゴンで構成された三次元オブジェクトを複数個配置して仮想空間を構成する。そのため、一つの仮想空間を構成するCGデータを記憶するのに必要な記憶容量は、大きくなる傾向がある。特に各オブジェクトの形状を滑らかに表示しようとすると、必要な記憶容量はより大きくなる。すると、三次元画像表示装置に十分な記憶容量がない場合には、表示できる仮想空間の広さやオブジェクトの形状に限界が生じる。

【0004】この限界を緩和する方法として、オンデマ

30 ンドローディング機構が考えられている。これは、仮想空間全体の形状データを外部記憶装置内の記録媒体に記憶しておき、ウォークスルー中に視点に近いオブジェクトのみの形状データを外部の補助記憶装置から主記憶装置に読み込んで表示するものである。また、視点が移動してオブジェクトが視界から外れた場合には、そのオブジェクトの形状データは主記憶装置から消去する。このような動作により、主記憶装置には常に画面表示に必要なオブジェクトの形状データのみが保持されるため、仮想空間全体のデータを全て記憶する場合に比べて主記憶装置の容量が少なく済むという利点がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところでポリゴンデータの記録媒体としては、読み出し速度は低速ではあるが容量が大きな記録媒体、例えばCD-ROMなどが用いられることが一般的である。従来のオンデマンドローディング技術では、視点の移動の度に、視野に入ったオブジェクトのポリゴンデータそのものを上記の記録媒体から読み込もうとする。このとき上述のCD-ROMのよう

10

20

30

40

50

データを読み込もうとすると、記録媒体からのデータ転送に処理時間を取られ、その間、利用者からの入力を受け付けなくなったり、視点の移動が一時的に中断してしまう。即ち、ポリゴンデータの読出負荷が重い場合、対話性が低下してしまうという問題がある。

【0006】この読出負荷を緩和するためには、高精細な形状が要求されるオブジェクトのみ高精度なポリゴンデータを読み込んで表示し、それ以外のものは低精度な形状を読み込んで表示するという方法が考えられる。例えば、従来技術には、近くにあるオブジェクトのみ滑らかな表示が可能な高精度なポリゴンデータを読み込み、遠くのものには角張った表示しかできない低精度なポリゴンデータを読み込むといった方法がある。ところが、この方法では、それほど正確な形状が必要とされないオブジェクト、例えば道路のようなオブジェクトでも、近くにある場合には滑らかな表示が可能な高精度データを読み込まねばならない。つまり、正確な形状が必要とされないオブジェクトを表示するために、高精度データの読み込みが行われるのでは、転送負荷はさほど軽減されない。

【0007】また低精度のデータを視点からの距離に応じて、さらに数段階に切り替えたい場合には、視点移動してその精度段階が切り替わる度にデータ読み込みが発生するという問題もある。その一方、特開平8-16816に、三次元オブジェクトのスクリーン上での大きさに基づいて詳細モデルと省略モデルを切り替えて表示するものがある。これは、省略モデルは詳細モデルの形状データを基に単純化して作り出して表示するため、省略モデルのポリゴンデータを読み込む必要がないというものである。しかし、省略モデルしか必要のない場合でも、データ量の大きな詳細モデルのデータを読み込まねばならないという問題は残る。

【0008】本発明の目的は、上記問題点を鑑み、たとえば、記録媒体からの読出速度が低速であっても、対話性を低下することが無いヴァーチャルウォークスループレゼンテーションを実現することができる画像表示装置を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記操作性低下が記録媒体からの転送負荷に起因するのなら、転送負荷が発生し得ないように形状データのデータ構造を構成すればよい。即ち、記録媒体における形状データのデータ構造を改良すれば、操作性低下は防止できる。そこで課題を解決するための手段として、画像表示装置は、以下の構成を有する記録媒体を用いる。

【0010】その記録媒体は、仮想物体の形状を近似した複数多角形の頂点座標を含む従来式の形状データの他に、仮想物体の基本構造に依存した様式により仮想物体の形状を示す属性情報を含む新方式の形状データが記録されている。新方式の形状データは、基本構造に依存し

た様式により仮想物体の形状を表現しているので、複数ポリゴン（多角形）の頂点座標を含む従来式の形状データと比較して、データサイズは至って小さい。

【0011】データサイズの小ささ故に、読み出し負荷は軽く、また一時記憶に多量に蓄積しておいても良い。その反面、仮想物体の投影像を表示させるには、画像表示装置は展開アルゴリズムを用いて形状データを頂点座標に変換する必要がある、演算負荷が発生する。しかしポリゴンデータの読出負荷はここで発生する演算負荷に転嫁されるので、操作性低下を改善することができる。

【0012】故に、上記課題を解決するため本発明は、仮想物体の基本構造に依存した様式により仮想物体の形状を示す第一種形状データが記録された記録媒体を用いて仮想空間内の光景画像を表示する画像表示装置であって、仮想空間における複数仮想物体のそれぞれの配置座標と、当該配置座標に配すべき仮想物体名と、各仮想物体が第一種形状データであるかを示す種別情報とからなるマップ情報を記憶する第1記憶手段と、内部メモリと、全ての第一種形状データを記録媒体から内部メモリに読み出す第1読出手段と、操作者の操作を受け付けて、仮想空間において視点座標を移動させる移動手段と、視点座標が移動すると、視点座標を基準にした所定範囲内に配置座標を有する仮想物体名を第1記憶手段から検出する検出手段と、所定のアルゴリズムを実行することにより、内部メモリに読み出された第一種形状データであって、検出された仮想物体名のものを頂点座標に変換する変換手段と、変換手段により形状データから変換された頂点座標から仮想物体の投影像を生成する第1生成手段と、第1生成手段により生成された投影像を合成して、光景画像を得る合成手段とを備えることを特徴としている。

【0013】

【発明の実施の形態】

【第1実施形態】以下、第1実施形態について図を用いて詳細に説明する。図2は、第1実施形態の画像表示装置の構成を示すブロック図である。この画像表示装置は、記録媒体1と、ドライブ機構80と、オブジェクト属性値記憶部2と、オブジェクト配置記憶部3と、オブジェクト形状データ生成アルゴリズム記憶部4と、オブジェクト形状データ生成部5と、オブジェクト形状データ記憶部6と、視点状態記憶部7と、第一種オブジェクトの形状データ生成方法判定部8と、第二種オブジェクトの形状データ生成方法判定部9と、視点・オブジェクト間距離判定部10と、レンダリング部11と、表示部12とを備えている。

【0014】記録媒体1は比較的大容量な記録媒体、例えばCD-ROM、DVD-ROMなどの光ディスクやハードディスクなどで実現され、仮想物体のそれぞれのオブジェクト名と、各仮想物体の形状データが第一種形状データ及び第二種形状データの何れであるかを示す区

分情報と、仮想空間における複数仮想物体のそれぞれの配置座標と、当該配置座標に配すべき仮想物体の形状データとが記録されている。

【0015】ここで言う第一種のオブジェクトとはその形状がポリゴンデータを用いず、属性値を用いて表現された仮想物体をいう。属性値とは、仮想物体の基本構造に依存した様式により仮想物体形状の原型を表現した情報をいう。仮想物体の原型には、柱状、球状、円錐状等の種別がある。柱状のオブジェクトは、断面形状、断面の縦横巾、柱の長さといった、柱状物体特有の様式によりその仮想物体形状の原型を表現している。柱状の仮想物体には「線路」や「道路」「ビルディング」があるが、これらは何れも、その断面形状と、断面の縦横サイズと、柱の長さを組み合わせてその原型が表現されている。

【0016】一方、第二種のオブジェクトとは、形状データがポリゴンデータそのものであるオブジェクトをいう。例えば、三次元オブジェクトが家やビルなどの建物であれば、その建物の形状がポリゴンデータとして記憶されるようなものである。記録媒体1は、上記の第一種オブジェクトについては属性値のみを、第二種オブジェクトについてはポリゴン型形状データそのものを、それぞれのオブジェクトの配置座標と組み合わせて記録されている。

【0017】図3は、本実施形態で用いる仮想空間がどのようなレイアウトであるかを示す図である。本レイアウトにおいてそれぞれの建物は、個別のオブジェクトとしてポリゴンでモデリングされている。また、道路や線路はいくつかの小区間に分割してモデリングされる。図4は、記録媒体1に図3の仮想空間が記録されている場合の記録内容の一例である。各オブジェクトはオブジェクト名で区別され、またオブジェクト区分値で第一種と第二種に分けられている。第一種のオブジェクトについては、オブジェクト位置と属性値の組み合わせが記憶される。

【0018】図4における道路オブジェクト10は、物体名によって断面形状として道路断面が指定され、断面の縦横幅は、1.0が指定されている。柱長は、「始点座標(2.5, 5.0)」「終点座標(2.5, 7.0)」により長さ2.0が指定されている。図4における線路オブジェクト11は、物体名によって断面形状として線路断面が指定され、断面の縦横幅は、0.5が指定されている。柱長は、「始点座標(0.5, 5.0)」「終点座標(2.5, 5.0)」により長さ2.0が指定されている。

【0019】一方、第二種のオブジェクトについては、オブジェクト位置と実際のポリゴンデータが組み合わされて記憶される。ドライブ機構80は、記録媒体1を装填して、ここに記録されているデータを読み出すための駆動制御を行う。オブジェクト属性値記憶部2は、記録媒体1から第一種のオブジェクトのみを選択的に取り出

し、そのオブジェクト名と属性値を記憶する。これは、記憶する内容が比較的小容量であるため、高速アクセスの可能なメモリなどで実現される。

【0020】図5にオブジェクト属性値記憶部2の記憶内容の一例を示す。これは、図4の記録媒体1の記録例から、第一種のオブジェクトに関するオブジェクト名と属性値の組み合わせのみ取り出した結果である。オブジェクト配置記憶部3は、第一種及び第二種のオブジェクト両方に関して、記録媒体1からオブジェクト名とオブジェクト区分と位置情報の組み合わせを取り出して、それらを記憶する。これも記憶する内容が比較的小容量であるため、高速アクセスの可能なメモリなどで実現される。

【0021】図6にオブジェクト配置記憶部3の記憶内容の一例を示す。これは、図4の記録媒体1の記録例から、全てのオブジェクト名とオブジェクト区分と位置の組み合わせを取り出した結果である。オブジェクト形状データ生成アルゴリズム記憶部4は、オブジェクトの属性値を基にしてポリゴン型形状データを生成するためのアルゴリズムを記憶する。

【0022】形状データを生成するアルゴリズムとして、例えば、図5に示されたオブジェクトの属性値、即ち、断面形状と幅と始点及び終点からポリゴン型形状データを計算して構築するものを考える。図5には断面形状として「道路型」と「線路型」が挙げられている。例えば、道路の形状データを作成するアルゴリズムの一例として、始点と終点を結ぶ直線に沿って、指定された幅の立方体を伸ばしていくというものが考えられる。

【0023】この形状生成アルゴリズムにより道路が作成される様子を図7に示す。図7は、図4の道路10の形状を作成する場合を示している。まず図7(a)では、属性値で指定された道路10の始点と終点を示している。そして図7(b)では、この二点を結ぶ直線に沿って、属性値で指定された道路の幅を持つ立方体を伸ばしている。完成した道路が図7(c)である。

【0024】一方、断面形状が「線路型」の場合は、線路の断面形状を、始点と終点を結ぶ線分に沿って押し出していくという形状生成アルゴリズムが考えられる。これは一般的にスイーブと呼ばれているポリゴン型形状データの生成法である。このアルゴリズムによるオブジェクト形状生成の様子を図8に示す。この場合は、図8(a)に示した断面形状では、始点と終点間を結ぶ。例えば、図4の線路11の場合、始点と終点は図8(b)のようになっている。この両点間を、図8(a)の形状で結ぶ様子が図8(c)である。そして、完成した線路の形状が、図8(d)である。

【0025】なお、オブジェクト形状データ生成アルゴリズム記憶部4は、これらのアルゴリズムを記憶するだけである。実際にこれらのアルゴリズムを用いてオブジェクトの形状を作成するのは、オブジェクト形状データ

生成部5である。次に、第一種のオブジェクトの形状データを生成する手順と合わせて、オブジェクト形状データ生成部5及び第一種オブジェクトの形状データ生成方法判定部8の動作を述べる。

【0026】第一種オブジェクトの形状データ生成方法判定部8は、上で説明したオブジェクト配置記憶部3を調べ、区分が第一種であるオブジェクトのみを選択し、そのオブジェクト名と配置座標を取り出す。そして、取り出したオブジェクト名をオブジェクト形状データ生成部5に渡す。すると、オブジェクト形状データ生成部5は、オブジェクト名をキーとしてオブジェクト属性値記憶部2を検索し、そこに記憶されている属性値を取り出す。さらに、その属性値に書かれている断面形状をキーとして、オブジェクト形状データ生成アルゴリズム記憶部4から形状データの生成に必要なアルゴリズムを取り出す。その後、オブジェクト形状データ生成部5は、属性値とアルゴリズムを用いて、第一種のオブジェクトの形状データを生成する。

【0027】最後に、第一種オブジェクトの形状データ生成方法判定部8は、生成された形状データをオブジェクト形状データ記憶部6に記憶させる。オブジェクト形状データ記憶部6は、同時にそのオブジェクトの配置座標も記憶する。なお、第一種オブジェクトの形状データ生成方法判定部8は、既に生成されてオブジェクト形状データ記憶部に記憶されている形状データについては、新たに生成させたり、記憶させたりはしない。

【0028】一方、第二種のオブジェクトの場合は、属性値を持たないため、記録媒体1から直接、形状データを読み込む。但し、第一種のオブジェクトが仮想空間に存在するもの全てについて形状データが作られるのに対して、第二種のオブジェクトは始点に近いもののみ、形状データが読み込まれる。この動作を以下に述べる。視点状態記憶部7は、視点の位置や視線の方向を記憶する。この視点位置や視線方向は、図には書かれていないが、キーボードやマウスといった外部からの入力によって任意に変更することができる。例えばカーソルキーの上下キーで視点位置の前進後退を操作し、左右キーで視線方向の旋回を行なう。

【0029】視点・オブジェクト間距離判定部10は、現在の視点位置とオブジェクト配置記憶部3に記憶されている第二種のオブジェクト位置の間の距離を算出する。そして、それが予め定められた閾値以下になっていると判定した場合は、そのオブジェクト名を出力する。第二種オブジェクトの形状データ生成方法判定部9は、視点・オブジェクト間距離判定部10が視点との距離が閾値以下であると判定した第二種のオブジェクトについて、記録媒体1からポリゴン型形状データを読み込むようにオブジェクト形状データ記憶部6に指示する。同時に、オブジェクト形状データ記憶部6は、該当オブジェクトの配置も記憶する。

【0030】なお、第二種オブジェクトの形状データ生成方法判定部9は、既に読み込まれてオブジェクト形状データ記憶部に記憶されている形状データについては、新たに読み込ませたり、記憶させたりはしない。オブジェクト形状データ記憶部6は、オブジェクト形状データ生成部5が生成したオブジェクトの形状データと、記録媒体1から読み込んだオブジェクトの形状データと、それらのオブジェクトの位置を示す座標を記憶する。オブジェクト形状データ記憶部6が記憶している形状データで構成される仮想空間が、レンダリングや画面表示の対象となる。なお、第一種オブジェクトの形状データ生成方法判定部8及び第二種オブジェクトの形状データ生成方法判定部9が形状データを生成しないと判定したり、あるいは読み込まないと判定したオブジェクトについては、その形状データはオブジェクト形状データ記憶部から削除される。

【0031】レンダリング部11は、オブジェクト形状データ記憶部6に記憶されたオブジェクトを対象として、現在の視点位置から視線方向を眺めた画像を生成する。これは、高速な三次元レンダリングを行えるハードウェアやソフトウェアを使用する。表示部12は、レンダリング部11が生成した画像を表示する。これにはCRTなどのディスプレイ装置を用いる。

【0032】次に、上記のように構成された画像表示装置の動作を、図面に基いて説明する。図9は、第1実施形態の画像表示装置のフローチャートである。なお、第1実施形態の動作の説明では、図3の仮想空間を例として用いる。すなわち記録媒体1には、図4のデータが記憶されているとする。

【0033】まずS1001では、オブジェクト属性値記憶部が、記録媒体1から第一種オブジェクトの属性値を全て読み込む。オブジェクト属性値記憶部の記憶内容が図5である。S1002ではオブジェクト配置記憶部が、記録媒体1から全てのオブジェクトのオブジェクト名、区分、位置を全て読み込む。オブジェクト配置記憶部の記憶内容が図6である。

【0034】次に、S1003からS1005を全ての第一種オブジェクトについて行なうまで繰り返す。S1003では第一種オブジェクトの形状データ生成方法判定部が、オブジェクト配置記憶部から第一種オブジェクトのオブジェクト名を一つ取り出す。そして、オブジェクト形状データ生成部は、取り出されたオブジェクト名のオブジェクト形状データを、オブジェクト属性値記憶部の属性値とオブジェクト形状データ生成アルゴリズム記憶部の生成アルゴリズムを使って生成する。その後、S1004では、今、生成した形状データをオブジェクト形状データ記憶部が記憶する。S1003からS1005の手順では、第一種のオブジェクトの形状は全て生成される。すなわち、道路10、13、14及び線路11、12が生成される。

【0035】次に、S1006でマウスやキーボードからの入力によって、視点位置や視線方向の変更が行われる。ここでは、視点の状態は図10に示した視点40及び視線50になったとする。すなわち、視点位置は

(2.5, 1.5)とし、視線方向はY軸の正方向を向いている。S1007からS1010では、この視点状態に基づいて第二種のオブジェクトの形状データの読み込みが行われる。まず、S1007では、オブジェクト配置記憶部から第二種オブジェクトのオブジェクト名を一つ取り出す。そしてS1008では、視点・オブジェクト間距離判定部が視点とオブジェクトの間の距離が閾値以下であるかを判定する。ここでは閾値=3とする。もし、S1008で視点とオブジェクト間の距離が閾値以下であると判定された場合には、第二種オブジェクトの形状データ生成方法判定部が動作する。これにより、記録媒体1からオブジェクトの形状データが読み込まれ、それがオブジェクト形状データ記憶部に記憶される。

【0036】図10は、上記手順を全ての第二種オブジェクトについて繰り返した後の、オブジェクト形状データ記憶部の内容である。図中では、オブジェクトのうち、属性値と形状生成アルゴリズムを用いて形状データが生成されたものを斜線で示してある。また、図10には視点状態も合わせて記入してある。視点40からの距離が3以下である第二種オブジェクトは、建物22、23、24、25である。図10には、これらの第二種オブジェクトと全ての第一種オブジェクトが記憶されている。

【0037】最後にS1011では、オブジェクト形状データ記憶部の形状データを、視点位置から視線方向を見た場合の画像をレンダリングして表示する。図11は、図10に示したオブジェクト形状データ記憶部の記憶する仮想空間を、視点40、視線50の状態でレンダリングした場合の表示例である。S1011で画像を表示した後は、S1006以降の処理を繰り返す。

【0038】今、再びS1006に制御が移り、視点の状態が、図12に示したような視点41、視線51になったとする。すなわち、視点位置は(2.5, 4.0)では、視線方向はY軸の正方向であるとする。すると、S1007からS1010では、視点から距離3以下の第二種オブジェクトとして、建物20、21、22、23、24、25が選択され、これらの形状データが記録媒体1から読み込まれる。図12は、この時のオブジェクト形状データ記憶部の記憶内容を示している。図10と同様に、属性値と形状生成アルゴリズムを用いて形状データが生成されたオブジェクトは斜線で示してある。

【0039】また、図13は視点41、視線51の状態では、図12の仮想空間をレンダリングした場合の表示例である。以上のように第1実施形態によれば、第一種のオブジェクトは視点が移動しても形状データを外部記憶装置から読み込む必要がなく、第二種のオブジェクト

に関してのみ形状データを読み込めばよいことがわかる。また、第一種のオブジェクトは形状データに比べて小量の属性値のみを外部記憶装置から読み込むため、形状データそのものを読み込む場合に比べて読み込み時間が短くて済む。よって、道路など常に空間内の全ての配置状態を画面に表示しておきたいオブジェクトを第一種のオブジェクトとし、建物などを第二種のオブジェクトとした三次元地図内の視点移動に好適である。

【0040】〔第2実施形態〕以下、第2実施形態について図を用いて詳細に説明する。図14は、第2実施形態の画像表示装置の構成を示すブロック図である。この画像表示装置は、記録媒体1と、ドライブ機構80と、オブジェクト属性値記憶部2と、オブジェクト配置記憶部3と、オブジェクト形状データ生成アルゴリズム記憶部4と、オブジェクト形状データ生成部5と、オブジェクト形状データ記憶部6と、視点状態記憶部7と、第一種オブジェクトの形状データ生成方法判定部8と、第二種オブジェクトの形状データ生成方法判定部9と、視点・オブジェクト間距離判定部10と、レンダリング部11と、表示部12とを備えている。

【0041】このうちオブジェクト配置記憶部3と、オブジェクト形状データ生成アルゴリズム記憶部4と、オブジェクト形状データ生成部5と、オブジェクト形状データ記憶部6と、視点状態記憶部7と、第一種オブジェクトの形状データ生成方法判定部8と、視点・オブジェクト間距離判定部10と、レンダリング部11と、表示部12は第1実施形態に示したものとまったく同じであるため、再度の説明を省略する。

【0042】記録媒体1は、基本的には第1実施形態のものと同じであるが、第二種のオブジェクトに関しては、属性値と形状データの両方を記録している点異なる。また、属性値の断面形状によって、他の属性値のパラメータ種が異なる。第2実施形態の記録媒体1の記録内容の例を、図15に示す。これは図3の仮想空間を記憶している場合である。第一種のオブジェクトの場合は属性値だけを記憶しているが、第二種のオブジェクトの場合は属性値と形状データを共に記憶している。また、断面形状が「道路型」あるいは「線路型」の場合は属性値は(断面形状、幅、始点座標、終点座標)の組み合わせであるが、一方、断面形状が「建物」の場合は属性値として(断面形状、高さ)の組み合わせを用いる。

【0043】オブジェクト属性値記憶部2は、基本的には第1実施形態のものと同じである。すなわち、記録媒体1の記憶内容から、オブジェクト名と属性値のみを取り出して記憶する。但し、オブジェクトが第一種であるか第二種であるかに関わらず、全てのオブジェクトのオブジェクト名と属性値を記憶する点異なる。図16はオブジェクト属性値記憶部2の記憶内容を示す一例である。これは、図15に示した記録媒体1の記録内容から、オブジェクト名と属性値を取り出したものである。

【0044】第二種オブジェクトの形状データ生成方法判定部9は、視点・オブジェクト間距離判定部10の判定に従って、オブジェクト形状データ記憶部に記憶させる形状データの生成方法を変更する。まず、視点・オブジェクト間距離判定部10が指定した範囲内に存在していると判定した第二種オブジェクトについては、記録媒体1から読み込んだ形状データをオブジェクト形状データ記憶部6に記憶させる。

【0045】一方、形状データが読み込まれなかった第二種オブジェクトについては、オブジェクト形状データ生成部5に属性値と形状データ生成アルゴリズムを使って形状データを生成させ、それをオブジェクト形状データ記憶部6に記憶させる。オブジェクト形状データ生成部が形状データを生成する方法は、第1実施形態と同様である。

【0046】なお、第二種オブジェクトの形状データ生成方法判定部9は、既に生成されたり読み込まれてオブジェクト形状データ記憶部に記憶されている形状データについては、新たに生成したり、読み込ませたりはしない。次に、上記のように構成された画像表示装置の動作を、図面に基いて説明する。

【0047】図17は、第2実施形態の画像表示装置のフローチャートである。なお、第2実施形態の動作の説明では、図3の仮想空間を例として用いる。また、記録媒体1には、図15のデータが記憶されているとする。まずS2001では、オブジェクト属性値記憶部が、記録媒体1に記憶された全てのオブジェクトのオブジェクト名と属性値を読み込む。その結果、オブジェクト属性値記憶部の記憶内容は、図16に示したようになる。

【0048】S2002ではオブジェクト配置記憶部が、記録媒体1から全てのオブジェクトのオブジェクト名、区分、位置を全て読み込む。オブジェクト配置記憶部の記憶内容は図6に示す。次のS2003からS2005では、第一種のオブジェクトの形状データを生成する。これは第1実施形態のS1003からS1005の手順と同じであるため、再度の説明を省略する。この結果、道路10、13、14及び線路11、12が生成される。

【0049】S2006では、入力に応じて視点状態を変更する。これは第1実施形態のS1006と同じであるため説明を省略する。ここでは、視点状態は、図18に示した視点42、視線52になったとする。すなわち、視点位置は(2.5, 1.5)とし、視線方向はY軸の正方向を向いている。次にS2007からS2011で第二種オブジェクトに関する処理を行なう。まずS2007では、オブジェクト配置記憶部から第二種オブジェクト名を一つ取り出す。次にS2008では、視点とオブジェクトの間の距離を判定する。ここでは第1実施形態と同様に、視点との距離の閾値を3とする。判定した結果、視点とオブジェクトの間の距離が3以下であった

場合は、S2010に進む。S2010では、オブジェクト形状データ記憶部は、記録媒体1に記憶された形状データを読み込んで記憶する。一方、視点との距離が3より大きかった場合はS2009に進む。S2009では、オブジェクト形状データ生成部が属性値と形状データ生成アルゴリズムを用いて、該当オブジェクトの形状データを生成する。以上述べた第二種オブジェクトに関する処理を、全ての第二種オブジェクトに対して行なう。

【0050】図3の例の場合、視点42からの距離が3以下である第二種オブジェクトは、建物22、23、24、25である。よってこれらのオブジェクトに関しては、記録媒体1から形状データが読み込まれる。一方、それ以外の第二種オブジェクトである建物20及び21は、属性値と生成アルゴリズムを用いて形状データが作られる。ここでは断面形状が「建物」であるオブジェクトの生成アルゴリズムとして、底辺形状は固定であり、属性値で指定された高さを持つ立方体を生成するというものを用いる。

【0051】このようにして、オブジェクト形状データ記憶部に記憶された形状データが、図18に示す仮想空間である。図18では、属性値と形状生成アルゴリズムを用いて形状データが生成されたオブジェクトは斜線で示してある。最後に、S2012では、この仮想空間を視点42から視線52の方向を向いて見た画像がレンダリングされて、表示される。図19に、その表示例を示す。

【0052】S2011で画像を表示した後は、S2006以降の処理を繰り返す。以上のように第2実施形態によれば、第1実施形態では表示されなかった視点から遠く離れている第二種のオブジェクトに関しても、画面上にレンダリングされることがわかる。この時、遠くの第二種のオブジェクトの形状データは、既に読み込まれている属性値と生成アルゴリズムから生成するため、形状データそのものを読み込む場合に比べて読み込み時間が短くて済む。よって視点が移動しても、第1実施形態と同程度の形状データ読み込み時間しか必要とせずに、より多くのオブジェクトを表示することができる。

【0053】〔第3実施形態〕以下、第3実施形態について図を用いて詳細に説明する。図1は、第3実施形態の画像表示装置の構成を示すブロック図である。この画像表示装置は、記録媒体1と、ドライブ機構80と、オブジェクト属性値記憶部2と、オブジェクト配置記憶部3と、オブジェクト形状データ生成アルゴリズム記憶部4と、オブジェクト形状データ生成部5と、オブジェクト形状データ記憶部6と、視点状態記憶部7と、第一種オブジェクトの形状データ生成方法判定部8と、第二種オブジェクトの形状データ生成方法判定部9と、視点・オブジェクト間距離判定部10と、レンダリング部11と、表示部12とを備えている。

【0054】このうち、記録媒体1と、ドライブ機構80と、オブジェクト属性値記憶部2と、オブジェクト配置記憶部3と、オブジェクト形状データ生成アルゴリズム記憶部4と、オブジェクト形状データ生成部5と、オブジェクト形状データ記憶部6と、視点状態記憶部7と、第二種オブジェクトの形状データ生成方法判定部9と、視点・オブジェクト間距離判定部10と、レンダリング部11と、表示部12は第1実施形態に示したものとまったく同じであるため、再度の説明を省略する。

【0055】第一種オブジェクトの形状データ生成方法判定部8は、視点・オブジェクト間距離判定部が視点とオブジェクトの間の距離が閾値以下であると判定した第一種オブジェクトのみオブジェクト形状データ生成部5に形状データを生成させる。また生成された形状データは、オブジェクト形状データ記憶部6に記憶される。形状データは属性値と生成アルゴリズムを使って生成されるが、その生成方法は第1実施形態と同様であるため、詳細な説明は省略する。なお、視点とオブジェクトの間の距離が閾値より大きいと判定された第一種オブジェクトについては、その形状データは生成されない。

【0056】次に、上記のように構成された画像表示装置の動作を、図面に基づいて説明する。図20は、第3実施形態の画像表示装置のフローチャートである。なお、第3実施形態の動作の説明では、図3の仮想空間を例として用いる。すなわち記録媒体1には、図4のデータが記憶されているとする。

【0057】まず、S3001では、オブジェクト属性値記憶部2が、記録媒体1に記録された第一種オブジェクトのオブジェクト名と属性値を読み込む。その結果、オブジェクト属性値記憶部2の記憶内容は、図5に示したようになる。S3002ではオブジェクト配置記憶部が、記録媒体1から全てのオブジェクトのオブジェクト名、区分、位置を全て読み込む。オブジェクト配置記憶部の記憶内容は図6に示したようになる。

【0058】次に、S3003では、入力に応じて視点状態を変更する。これは第1実施形態のS1006と同じであるため説明を省略する。ここでは、視点状態は、図21に示した視点43、視線53になったとする。すなわち、視点位置は(2.5, 1.5)とし、視線方向はY軸の正方向を向いている。次に、S3004からS3007で第一種のオブジェクトの形状データを生成する。S3004でオブジェクト配置記憶部から区分が第一種であるオブジェクト名を一つ取り出す。そしてS3005では、視点とそのオブジェクトの間の距離が閾値以下であるかを判定する。閾値は第1実施形態と同様に3とする。もし、距離が閾値以下であれば、S3006では、そのオブジェクトの形状データを生成する。形状データは属性値と形状生成アルゴリズムを使って、第1実施形態と同様に生成する。一方、S3005で視点とそのオブジェクトの間の距離が閾値より大きいと判定され

た場合は、そのオブジェクトの形状は生成されない。このような処理を、全ての第一種オブジェクトについて行なうまでは、S3004からS3007を繰り返す。なお、生成された形状データは、オブジェクト形状データ記憶部に記憶される。

【0059】図4の仮想空間では、視点43からの距離が3以下の第一種オブジェクトは道路13及び14である。よって道路13及び14の形状データだけが作成され、記憶される。次に、S3008からS3011では、第二種のオブジェクトのうち、視点に近いもの10の形状データが読み込まれる。この処理手順は、第1実施形態のS1007からS1010の手順と同じであるため、再度の説明は省略する。

【0060】図4の仮想空間では、視点43からの距離が3以下の第二種オブジェクトは建物22、23、24、25であり、これらの形状データが記録媒体1から読み込まれる。図21は、上記手順によって記録媒体1に記憶されている、形状データが生成された第一種オブジェクトと、形状データが読み込まれた第二種オブジェクトを示す。図中では、属性値と形状生成アルゴリズム20を用いて形状データが生成されたオブジェクトは斜線で示してある。

【0061】そして、S3012では、この図21の仮想空間を、視点43から視線53の方向を向いて見た画像がレンダリングされて、表示される。図22に、その表示例を示す。この後、S3003以降の処理を繰り返す。ここでは、視点状態が変更して、視点位置が(2、5、4.0)に移動したとする。この視点状態を図12に示す。

【0062】この時、S3004からS3007で生成される第一種オブジェクトは、道路10、13、14と線路11、12である。この時、第一種のオブジェクトに関しては既に読み込まれている属性値と生成アルゴリズムから形状データが生成されるため、新たなデータの読み込みは発生しない。また、S3008からS3011では、建物20、21、22、23、24、25が、視点に近い第二種オブジェクトと判定され、新たに建物20、21のデータが読み込まれることになる。この結果、オブジェクト形状データ記憶部の記憶内容は、図12に示したようになる。図12では、属性値と形状生成アルゴリズムを用いて形状データが生成されたオブジェクトは斜線で示してある。また、図12をレンダリングした画像表示例は図13に示したようになる。

【0063】以上のように第3実施形態によれば、視点から遠く離れているオブジェクトは表示しないことでレンダリングの負荷を小さくしている。その上で、第一種のオブジェクトに関しては視点に近づいても形状データを外部記憶装置から読み込まないため、全てのオブジェクトについて形状データを読み込む場合よりも読み込み時間が短くて済む。

【0064】[第4実施形態]以下、第4実施形態について図を用いて詳細に説明する。第4実施形態の画像表示装置は、第3実施形態の画像表示装置と同じ構成をとる。すなわち、図1が第4実施形態の画像表示装置の構成を示すブロック図となる。

【0065】この画像表示装置は、記録媒体1と、ドライブ機構80と、オブジェクト属性値記憶部2と、オブジェクト配置記憶部3と、オブジェクト形状データ生成アルゴリズム記憶部4と、オブジェクト形状データ生成部5と、オブジェクト形状データ記憶部6と、視点状態記憶部7と、第一種オブジェクトの形状データ生成方法判定部8と、第二種オブジェクトの形状データ生成方法判定部9と、視点・オブジェクト間距離判定部10と、レンダリング部11と、表示部12とを備えている。

【0066】このうち、記録媒体1と、ドライブ機構80と、オブジェクト属性値記憶部2と、オブジェクト配置記憶部3と、オブジェクト形状データ記憶部6と、視点状態記憶部7と、第二種オブジェクトの形状データ生成方法判定部9と、視点・オブジェクト間距離判定部10と、レンダリング部11と、表示部12は第3実施形態に示したものとまったく同じであるため、再度の説明を省略する。

【0067】オブジェクト形状データ生成アルゴリズム記憶部4は、基本的には第3実施形態と同様にオブジェクトの形状データ生成アルゴリズムを記憶するが、一つの断面形状に対して複数個の形状データ生成アルゴリズムを記憶している点が異なる。すなわち、オブジェクトが視点に近い場合に詳細な形状を生成するために用いる詳細形状生成アルゴリズムと、オブジェクトが視点から遠い場合に省略した形状を生成するために用いる省略形状生成アルゴリズムを記憶している。

【0068】例えば、属性値の断面形状が「道路型」の場合には、詳細形状生成アルゴリズムとして第1実施形態で説明した立方体の道路を生成するアルゴリズムを記憶している。一方、省略形状生成アルゴリズムとしては、視点と終点を結ぶ、属性値で指定された幅をもった直線を生成するというものを記憶している。この省略形状生成アルゴリズムによって生成された形状の一例として、図4の道路10の省略形状データを図23に示す。

【0069】また、属性値の断面形状が「線路型」の場合にも、「道路型」と同じ省略形状生成アルゴリズムを用いることとする。省略形状データは、詳細形状データに比べてポリゴン数が少ないことが特徴である。第一種オブジェクトの形状データ生成方法判定部8は、視点とオブジェクトの間の距離に応じて、オブジェクト形状データ生成部5が形状データ生成に用いるアルゴリズムを選択して、そのアルゴリズムで形状データを生成させる。

【0070】すなわち、視点・オブジェクト間距離判定部が、視点とオブジェクトの間の距離が閾値以下である

と判定した場合には、詳細形状生成アルゴリズムを使ってそのオブジェクトの形状データを生成させる。一方、それ以外の視点とオブジェクトの間の距離が閾値より大きいと判定されたオブジェクトについては、省略形状生成アルゴリズムを使ってそのオブジェクトの形状データを生成させる。

【0071】オブジェクト形状データ生成部5は、第一種オブジェクトの形状データ生成方法判定部8が選択したアルゴリズムを使って、オブジェクトの形状データを生成する。但し、既に生成されてオブジェクト形状データ記憶部に記憶されている形状データは、再び生成されない。次に、上記のように構成された画像表示装置の動作を、図面に基づいて説明する。

【0072】図24は、第4実施形態の画像表示装置のフローチャートである。なお、第4実施形態の動作の説明では、図3の仮想空間を例として用いる。すなわち記録媒体1には、図4のデータが記憶されているとする。まず、S4001では、オブジェクト属性値記憶部が、記録媒体1に記憶された第一種オブジェクトのオブジェクト名と属性値を全て読み込む。その結果、オブジェクト属性値記憶部の記憶内容は、図5に示したようになる。

【0073】S4002ではオブジェクト配置記憶部が、記録媒体1から全てのオブジェクトのオブジェクト名、区分、位置を全て読み込む。オブジェクト配置記憶部の記憶内容は図6に示したようになる。次に、S4003では、入力に応じて視点状態を変更する。これは第1実施形態のS1006と同じであるため説明を省略する。ここでは、視点状態は、図25に示した視点44、視線54になったとする。すなわち、視点位置は(2.5, 1.5)とし、視線方向はY軸の正方向を向いている。

【0074】次に、S4004からS4008で第一種のオブジェクトの形状データを生成する。まずS4004でオブジェクト配置記憶部から区分が第一種であるオブジェクト名を一つ取り出す。そしてS4005では、視点とそのオブジェクトの間の距離が閾値以下であるかを判定する。ここでは閾値は第1実施形態と同様に3とする。

【0075】もし、視点とオブジェクトの間の距離が閾値以下であれば、S4007では、そのオブジェクトの詳細形状データを生成する。詳細形状データは属性値と詳細形状生成アルゴリズムを使って、第1実施形態と同様に生成する。一方、S4005で視点とそのオブジェクトの間の距離が閾値より大きいと判定された場合は、S4006に進む。S4006では、属性値と省略形状生成アルゴリズムを使って、そのオブジェクトの省略形状データを生成する。S4006とS4007の何れの処理に進んでも、生成された詳細形状データ及び省略形状データは、オブジェクト形状データ記憶部に記憶され

る。

【0076】このような処理を、全ての第一種オブジェクトについて行なうまでは、S4004からS4008を繰り返す。図4の仮想空間では、視点44からの距離が3以下の第一種オブジェクトは道路13及び14である。よって道路13及び14は、詳細形状データが作成され記憶される。一方、それ以外の道路10と線路11及び12は、省略形状データが作成され記憶される。

【0077】次に、S4009からS4013では、第二種のオブジェクトのうち、視点に近いものの形状データが読み込まれる。この処理手順は、第1実施形態のS1007からS1010の手順と同じであるため、再度の説明は省略する。図4の仮想空間では、S4009からS4013の処理では、建物22、23、24、25が読み込まれる。

【0078】よって、レンダリングの対象としてオブジェクト形状データ記憶部に記憶される形状データは、図25に示した通りになる。図25では、詳細形状データが記憶されているオブジェクトは斜線で示し、省略形状データが記憶されているオブジェクトは網掛けで示した。S4013では、オブジェクト形状データ記憶部に記憶された形状データをレンダリングし、表示する。図25に示したオブジェクト形状データ記憶部の記憶内容の場合の表示例を、図26に示す。

【0079】この後、S4003からS4013の処理が繰り返される。今、再びS4003に処理が移り、視点移動して(2.5, 4.0)に移ったとする。この視点状態を、図12に視点41、視線51として示す。この時、S4004からS4008では、道路10、13、14及び線路11、12が、視点からの距離が閾値3以下のオブジェクトであると判定される。その結果、道路10と線路11及び12については、省略形状データは削除され、詳細形状データが新たに作られる。

【0080】また、S4009からS4012では、建物20及び21が視点からの距離が閾値3以下のオブジェクトであると判定され、新たに形状データが読み込まれる。このようにして生成された結果が、図12に示した仮想空間である。図12では、詳細形状データが生成されたオブジェクトは斜線で示してある。また図12の仮想空間を視点41から視線51の方向に眺めてレンダリングした表示が、図13である。

【0081】以上のように第4実施形態によれば、視点から遠く離れていて詳細な形状を表示する必要のないオブジェクトに関しては、第一種のオブジェクトに関しては省略した形状を表示し、第二種のオブジェクトに関しては表示しない。これにより仮想空間のポリゴン数を減らしてレンダリングの負荷を軽減しつつ、仮想空間全体のオブジェクト配置の様子を把握可能な表示を行なうことができる。また、第一種のオブジェクトに関しては、形状の詳細度が切り替わっても新たに属性値や形状デー

タを外部記憶装置から読み込まないため、これに関するデータ読み込み時間は発生しない。

【0082】〔第5実施形態〕以下、第5実施形態について図を用いて詳細に説明する。図27が、第5実施形態の画像表示装置の構成を示すブロック図である。この画像表示装置は、記録媒体1と、ドライブ機構80と、オブジェクト属性値記憶部2と、オブジェクト配置記憶部3と、オブジェクト形状データ生成アルゴリズム記憶部4と、オブジェクト形状データ生成部5と、オブジェクト形状データ記憶部6と、視点状態記憶部7と、第一種オブジェクトの形状データ生成方法判定部8と、第二種オブジェクトの形状データ生成方法判定部9と、視点・オブジェクト間距離判定部10と、レンダリング部11と、表示部12とを備えている。

【0083】このうち、記録媒体1と、オブジェクト配置記憶部3と、オブジェクト形状データ生成アルゴリズム記憶部4と、オブジェクト形状データ生成部5と、オブジェクト形状データ記憶部6と、視点状態記憶部7と、第一種オブジェクトの形状データ生成方法判定部8と、第二種オブジェクトの形状データ生成方法判定部9と、視点・オブジェクト間距離判定部10と、レンダリング部11と、表示部12は第3実施形態に示したものとまったく同じであるため、再度の説明を省略する。

【0084】オブジェクト属性値記憶部2は、基本的には第3実施形態のものと同様に第一種オブジェクトのオブジェクト名と属性値を記憶する。但し、視点・オブジェクト間距離判定部10が視点とオブジェクトの間の距離が閾値以下であると判定したものに於いてのみ、オブジェクト名と属性値を記憶する点が異なる。次に、上記のように構成された画像表示装置の動作を、図面に基

づいて説明する。

【0085】図28は、第5実施形態の画像表示装置のフローチャートである。なお、第5実施形態の動作の説明では、図3の仮想空間を例として用いる。すなわち記録媒体1には、図4のデータが記憶されているとする。まず、S5001では、オブジェクト配置記憶部が、全てのオブジェクトについてオブジェクト名と区分と位置を記憶する。オブジェクト配置記憶部の記憶内容は図6に示したようになる。

【0086】次に、S5002で入力に応じて視点状態を変更する。これは第1実施形態のS1006と同じであるため説明を省略する。ここでは、視点状態は、図21に示した視点43、視線53になったとする。すなわち、視点位置は(2.5, 1.5)とし、視線方向はY軸の正方向を向いている。次に、S5003からS5007で第一種オブジェクトの形状データを生成する。S5003でオブジェクト配置記憶部から区分が第一種であるオブジェクト名を一つ取り出す。そしてS5004では、視点とそのオブジェクトの間の距離が閾値以下であるかを判定する。閾値は第1実施形態と同様に3とす

る。もし、距離が閾値以下であれば、S5005、S5006と処理が進む。S5005では、オブジェクト属性値記憶部が、該当するオブジェクトに関してのみ、オブジェクト名と属性値を記録媒体1から読み込む。その後、S5006では、今、読み込んだ属性値と形状生成アルゴリズムを用いてオブジェクトの形状データが生成され、オブジェクト形状データ記憶部に記憶される。アルゴリズムを用いてオブジェクト形状データを生成する手順は、第1実施形態と同様である。以上のS5003からS5007の処理が、全ての第一種オブジェクトについて行われる。

【0087】図4の仮想空間では、視点43からの距離が3以下の第一種オブジェクトは道路13及び14である。よって道路13及び14についてのみ、属性値が読み込まれ、形状データだけが作成される。次に、S5008からS5011では、第二種オブジェクトのうち、視点に近いものの形状データが読み込まれる。この処理手順は、第1実施形態のS1007からS1010の手順と同じであるため、再度の説明は省略する。

【0088】図4の仮想空間では、視点43からの距離が3以下の第二種オブジェクトは建物22、23、24、25であり、これらの形状データが記録媒体1から読み込まれる。以上の手順を経て記録媒体1に記憶された形状データが、図21に示したものである。図中では、属性値と形状生成アルゴリズムを用いて形状データが生成されたオブジェクトは斜線で示してある。

【0089】そして、S5012では、この図21の仮想空間を、視点43から視線53の方向を向いて見た画像がレンダリングされて、表示される。図22が、その表示例である。以上のように第5実施形態によれば、必要に応じて属性値を読み込むため、オブジェクト属性値記憶部の容量が少なく済む。また属性値データは形状データに比べて小さいため、形状データを読み込む場合よりも読み込み時間が短くて済む。

【0090】〔第6実施形態〕以下、第6実施形態について図を用いて詳細に説明する。第6実施形態の三次元画像生成表示部は、第3実施形態と同様の構成をとる。すなわち図1が、第6実施形態の画像表示装置の構成を示すブロック図である。この画像表示装置は、記録媒体1と、ドライブ機構80と、オブジェクト属性値記憶部2と、オブジェクト配置記憶部3と、オブジェクト形状データ生成アルゴリズム記憶部4と、オブジェクト形状データ生成部5と、オブジェクト形状データ記憶部6と、視点状態記憶部7と、第一種オブジェクトの形状データ生成方法判定部8と、第二種オブジェクトの形状データ生成方法判定部9と、視点・オブジェクト間距離判定部10と、レンダリング部11と、表示部12とを備えている。

【0091】このうち同一参照符号を付したオブジェクト属性値記憶部2と、オブジェクト形状データ生成アル

10

20

30

40

50

ゴリズム記憶部4と、オブジェクト形状データ生成部5と、オブジェクト形状データ記憶部6と、視点状態記憶部7と、第一種オブジェクトの形状データ生成方法判定部8と、第二種オブジェクトの形状データ生成方法判定部9と、レンダリング部11と、表示部12とは第3実施形態に示したものとまったく同じであるため、再度の説明を省略する。

【0092】記録媒体1は、基本的には第3実施形態のものと同じである。但し、オブジェクトに関するデータが、仮想空間をいくつかに区切った領域のいずれに存在するかの情報と関連付けて記憶されている点が異なる。この領域について、図29を用いて説明する。図29は図3の仮想空間と、領域の関係を表したものである。領域形状はx軸、y軸方向をそれぞれ請求項2記載の毎に区切った格子点を直線で結んだ正方形とする。図29では破線で示されている。また各領域にはその領域を区別するための識別子(領域611から領域634)が付けられている。

【0093】記録媒体1は、それぞれのオブジェクトにオブジェクトが存在する領域の識別子を組み合わせて記憶する。ここでは、オブジェクトが存在する領域は、オブジェクトの中心が存在する領域とする。よって、図29の仮想空間を記憶した例は、図30となる。オブジェクト配置記憶部3は、基本的には第3実施形態のものと同じである。但し、オブジェクト名と区分、及びオブジェクトの位置と合わせて、オブジェクトが存在する領域の識別子も記憶している点が異なる。

【0094】例として、記録媒体1の記憶内容が図30である場合の、オブジェクト配置記憶部の記憶内容を図31に示す。図31には、第3実施形態の記憶内容に加えて、各オブジェクト毎に存在する領域の識別子が記入されている。視点・オブジェクト間距離判定部10は、仮想空間を区切った領域を用いて視点とオブジェクトの間の距離を判定する。すなわち、視点とオブジェクトの間の距離が閾値以下であるかどうかを、オブジェクトが存在する領域と、視点が存在する領域が隣接しているかどうかで判定する。

【0095】次に、上記のように構成された画像表示装置の動作を、図面に基づいて説明する。図32が、第6実施形態の画像表示装置のフローチャートである。なお、第6実施形態の動作の説明では、図29に示す、領域に区切られた仮想空間を例として用いる。すなわち記録媒体1には、図30のデータが記憶されているとする。

【0096】まずS6001では、オブジェクト属性値記憶部が、記録媒体1に記憶された第一種オブジェクトのオブジェクト名と属性値を読み込む。その結果、オブジェクト属性値記憶部の記憶内容は、図5に示したようになる。S6002ではオブジェクト配置記憶部が、記録媒体1から全てのオブジェクトのオブジェクト名、区

分、位置、オブジェクトの存在する領域を全て読み込む。オブジェクト配置記憶部の記憶内容は図31に示したようになる。

【0097】次に、S6003では、入力に応じて視点状態を変更する。これは第1実施形態のS1006と同じであるため説明を省略する。ここでは、視点状態は、図21に示した視点43、視線53になったとする。すなわち、視点位置は(2.5, 1.5)とし、視線方向はY軸の正方向を向いている。次に、S6004からS6006では、第一種のオブジェクトのうち、視点に近いものの形状データを生成する。

【0098】まず、S6004でオブジェクト配置記憶部を検索して、区分が第一種で、かつ存在領域が視点が存在する領域に隣接しているオブジェクトのオブジェクト名を一つ取り出す。今の場合、視点43は領域21に存在する。よって、オブジェクト配置記憶部から、区分が第一種で、かつ存在領域が領域611、612、621、622、631、632のいずれかであるものを検索する。オブジェクト配置記憶部の記憶内容である図31を見ると、道路13及び14が該当する。

【0099】その後、S6005では、S6004で取り出されたオブジェクトの形状データを生成する。形状データの生成は、属性値と形状生成アルゴリズムを使って、第3実施形態のS3006と同様に行なう。そして、S6004でオブジェクトが取り出されなくなるまでは、S6004からS6006が繰り返される。その結果、今の場合、道路13及び14の形状データが生成される。

【0100】次に、S6007からS6009では、第二種のオブジェクトのうち、視点に近いものの形状データを読み込む。まず、S6007では、S6004と同様にオブジェクト配置記憶部を検索して、区分が第二種では、かつ存在領域が視点が存在する領域に隣接しているオブジェクトのオブジェクト名を一つ取り出す。今の場合、条件に一致するのは、建物22、23、24、25である。

【0101】S6008では、これらの形状データを記録媒体1から読み込む。S6007からS6009が繰り返されて、視点に近い第二種のオブジェクトの形状データがオブジェクト形状データ記憶部に読み込まれる。図21が、この時点でのオブジェクト形状データ記憶部の記憶内容である。すなわち、視点の存在する領域に、それ自身の存在領域が隣接しているオブジェクトの形状データが記憶されている。また、属性値と形状生成アルゴリズムを用いて形状データが生成されたオブジェクトは斜線で示してある。

【0102】そして、S6010では、この図21の仮想空間を、視点43から視線53の方向を向いて見た画像がレンダリングされて、表示される。図22に、その表示例を示す。以上のように第6実施形態によれば、視

点とオブジェクトの間の距離を計算することなしに、視点の近くに存在するオブジェクトを検索し、その形状データを生成あるいは読み込むことができる。

【0103】〔第7実施形態〕以下、第7実施形態について図を用いて詳細に説明する。図33に、第7実施形態の画像表示装置の構成を示すブロック図を示す。この画像表示装置は、記録媒体1と、ドライブ機構80と、オブジェクト属性値記憶部2と、オブジェクト配置記憶部3と、オブジェクト形状データ生成アルゴリズム記憶部4と、オブジェクト形状データ生成部5と、オブジェクト形状データ記憶部6と、視点状態記憶部7と、第一種オブジェクトの形状データ生成方法判定部8と、第二種オブジェクトの形状データ生成方法判定部9と、視点・オブジェクト間距離判定部10と、レンダリング部11と、表示部12とを備えている。

【0104】このうち同一参照符号を付したオブジェクト属性値記憶部2と、オブジェクト形状データ生成アルゴリズム記憶部4と、オブジェクト形状データ生成部5と、オブジェクト形状データ記憶部6と、第一種オブジェクトの形状データ生成方法判定部8と、第二種オブジェクトの形状データ生成方法判定部9と、レンダリング部11と、表示部12とは第3実施形態に示したものとまったく同じであるため、再度の説明を省略する。

【0105】視点状態記憶部7は、基本的には第3実施形態のものと同一である。但し、第7実施形態では、視点は一定領域内しか移動できないものとする。この視点が移動可能な領域を、ここでは通路と称する。一例として、図34の仮想空間を用いて説明する。図34は図3の仮想空間に、視点が移動可能な通路を図示したものである。通路70、73、74は道路オブジェクトの区切りに合わせて、小区間に区切られている。すなわち、通路の始点及び終点は、道路オブジェクトの属性値の始点及び終点に等しい。この場合、視点は通路に沿ってのみ、すなわち仮想空間内の道路オブジェクト上のみ移動できることになる。視点が通路上を移動するには、通路の始点と終点を知る必要があるが、それらの値はオブジェクト配置記憶部とオブジェクト属性値記憶部から読み取る。

【0106】記録媒体1は、基本的には第3実施形態のものと同様に、オブジェクトの区分や属性値などを記憶する。但し、それに追加して、通路と各オブジェクトの位置関係も記憶される点が異なる。例えば、図34の仮想空間を記憶する場合、オブジェクト名、区分、位置、属性値、形状データは図4のように記憶される。一方、通路と各オブジェクトの位置関係は、図35に示したように記憶される。すなわち、通路名と、その通路に隣接するオブジェクト名、及びその通路に隣接する通路名の組み合わせが記憶される。

【0107】オブジェクト配置記憶部3は、基本的には第3実施形態のものと同様に、オブジェクトの区分や位

置などを、記録媒体1から読み出して記憶する。但し、それに追加して、通路と各オブジェクトの関係も読み出して記憶する点が異なる。オブジェクト名と区分、及び位置は、図6に示したように記憶される。一方、通路と各オブジェクトの位置関係は、図35に示したように記憶される。すなわち、これは、記録媒体1の記録内容と同一である。視点の移動で必要となる通路の始点及び終点の位置は、移動中の通路名の隣接オブジェクトに記述されているオブジェクトの中から道路オブジェクトを抽出し、その道路オブジェクトの属性値を調べることで分かる。

【0108】視点・オブジェクト間距離判定部10は、視点が移動している通路に隣接しているオブジェクトと、視点が移動している通路に隣接している通路に隣接しているオブジェクトを、視点から一定距離以内にあるオブジェクトであると判定する。すなわち、オブジェクト配置記憶部3が記憶している通路と各オブジェクトの位置関係を参照し、まず、対象としている通路の隣接オブジェクト名に記述されているオブジェクトは、視点から一定距離以内にあると判定する。さらに、通路と各オブジェクトの位置関係を参照し、対象としている通路の隣接通路名に記述されている通路を調べる。そして、調べた通路の隣接オブジェクト名に記述されているオブジェクトも、視点から一定距離以内にあると判定する。

【0109】次に、上記のように構成された画像表示装置の動作を、図面に基づいて説明する。図36は第7実施形態の画像表示装置のフローチャートである。なお、第7実施形態の動作の説明では、通路が配置された仮想空間の一例として図34の一例を用いる。すなわち記録媒体1には、図4及び図35のデータが記憶されているとする。

【0110】まず、S7001では、オブジェクト属性値記憶部が、記録媒体1に記憶された第一種オブジェクトのオブジェクト名と属性値を読み込む。その結果、オブジェクト属性値記憶部の記憶内容は、図5に示したようになる。S7002ではオブジェクト配置記憶部が、記録媒体1から全てのオブジェクトのオブジェクト名、区分、位置、オブジェクトの存在する領域を全て読み込む。オブジェクト配置記憶部の記憶内容は図35に示したようになる。

【0111】次に、S7003では、入力に応じて視点状態を変更する。但し、視点は必ず通路上しか移動できない。ここでは、視点状態は、図37に示した視点45、視線55になったとする。すなわち、視点位置は通路74上(2.5, 1.5)とし、視線方向はY軸の正方向を向いている。次に、S7004からS7006では、第一種のオブジェクトのうち、視点に近いものの形状データを生成する。

【0112】まず、S7004では、視点に近い第一種オブジェクトを抽出する。すなわち、オブジェクト配置

みを使ったが、複数の閾値を組み合わせて切り替えて使用しても構わない。その場合、閾値によって生成アルゴリズムを切り替えたり、読み込む形状データを切り替えることも可能である。同様に第6実施形態では、視点の存在領域に隣接する領域だけでなく、さらに隣接の範囲を狭めたり広げても構わない。同様に、第7実施形態でも、通路の隣接の範囲を狭めたり広げても構わない。

【0119】第6実施形態では、正方形の領域を用いて視点とオブジェクトの距離の判定を行なったが、領域の形状はこれに限らず任意である。また、領域どうしが重なっても構わないし、同一のオブジェクトが複数の領域に関連付けられていても構わない。第7実施形態では、通路の形状を直線としたが、通路の形状はこれに限らず任意である。例えば、通路に幅を持たせても構わない。また、通路どうしが重なっても構わないし、同一のオブジェクトが複数の通路に関連付けられていても構わない。

【0120】また、第1実施形態から第7実施形態では、記録媒体をドライブ機構を用いて読み込み方式としたが、この部分をネットワーク経由でオブジェクトデータを転送する方式としてもよい。この場合、特に転送レートの高いネットワークにおいて、本発明が有効である。

【0121】

【発明の効果】以上のように仮想物体の基本構造に依存した様式により仮想物体の形状を示す第一種形状データが記録された記録媒体を用いて仮想空間内の光景画像を表示する画像表示装置であって、仮想空間における複数仮想物体のそれぞれの配置座標と、当該配置座標に記すべき仮想物体名と、各仮想物体が第一種形状データであることを示す種別情報とからなるマップ情報を記憶する第1記憶手段と、内部メモリと、全ての第一種形状データを記録媒体から内部メモリに読み出す第1読出手段と、操作者の操作を受け付けて、仮想空間において視点座標を移動させる移動手段と、視点座標が移動すると、視点座標を基準にした所定範囲内に配置座標を有する仮想物体名を第1記憶手段から検出する検出手段と、所定のアルゴリズムを実行することにより、内部メモリに読み出された第一種形状データであって、検出された仮想物体名のものを頂点座標に変換する変換手段と、変換手段により形状データから変換された頂点座標から仮想物体の投影像を生成する第1生成手段と、第1生成手段により生成された投影像を合成して、光景画像を得る合成手段とを備える画像表示装置によれば、基本構造に依存した様式により第一種形状データは、形状データが表現されているので、複数ポリゴンの頂点座標を含む従来式の形状データと比較して、データサイズは至って小さい。データサイズの小ささ故に、第一種形状データのみを記録媒体から内部メモリに読み込んでおき、このうち必要なもののみを変換して光景画像に合成させることができ

40

50

【0118】また、第1実施形態から第5実施形態では、視点からの距離が近いことの判定に一種類の閾値の

る。データサイズの小さい第一種形状データを予め内部メモリに読み出しておき、これを頂点座標に変換することにより、たとえ記録媒体からの読出速度が遅くても、対話性の低下が損なわれないという効果を奏する。

【0122】前記記録媒体には、仮想物体の形状を近似した複数多角形の頂点座標を含む第二種形状データが記録され、第1記憶手段が記憶している種別情報は、仮想物体のうち、第二種形状データのものについては、その形状データが第二種形状データであることを示し、画像表示装置は、検出された仮想物体名のうち、第二種形状データに対応づけられているものを記録媒体から読み出す第2読出手段と、第2読出手段により読み出された第二種形状データ内の頂点座標から仮想物体の投影像を生成する第2生成手段とを備え、合成手段は、第2生成手段により生成された投影像を第1生成手段により生成された投影像に合成して、光景画像を得る画像表示装置によれば、第一種及び第二種形状データを組み合わせた多彩なヴァーチャルワークスループレゼンテーションを実現することができる。

【0123】前記変換手段は、複数のアルゴリズムを記憶するアルゴリズム記憶部と、第一種形状データにおける基本構造と、視点座標を基準にした所定範囲内に配置座標を有する第一種の仮想物体名までの距離とから複数のアルゴリズムのうち何れかを選択する選択部と、検出された仮想物体名の第一種形状データを、選択されたアルゴリズムを用いて頂点座標に変換する変換部とを備えることを特徴とする画像表示装置によれば、第一種形状データをどのようなアルゴリズムを用いて生成するかを視点と仮想物体の間の距離に応じて切り替えることができる。

【0124】前記仮想物体には、頂点座標数が異なる複数の第二種形状データを有するものがあり、前記画像表示装置は、検出手段が視点座標が移動すると、視点座標を基準にした所定範囲内に配置座標を有する仮想物体名までの距離が、所定の長さより短いかなかを判定する第1判定手段を備え、前記第2読出手段は、短ければ、当該距離に応じた第二種形状データを記録媒体から読み出すことを特徴とする画像表示装置によれば、形状データの読み込み時間を短縮しつつ、視点に近い第二種仮想物体については高精度な形状を表示することができる。

【0125】前記画像表示装置は、視点から所定範囲内に配置座標を有する仮想物体までの距離が、所定の長さより短いかなかを判定する第2判定手段を備え、前記第2読出手段は、距離が短い仮想物体のもののみ第二種形状データを記録媒体から読み出すことを特徴とする画像表示装置によれば、形状データの読み込み時間を短縮しつつ、仮想空間全体の仮想物体配置を表示でき、かつ視点に近い第二種形状データを有する仮想物体については高精度な形状を表示することができる。

【0126】前記仮想物体には、第一種形状データ及び

第二種形状データの両者を具備する両性仮想物体が含まれ、前記画像表示装置は、両性仮想物体までの距離が、所定の長さより短いかなかを判定する第3判定手段を備え、前記第2読出手段は、短ければ、両性仮想物体が有する第二種形状データを記録媒体から読み出し、前記変換手段は、長ければ、両性仮想物体が有する第一種形状データを所定のアルゴリズムを用いて頂点座標に変換することを特徴とする画像表示装置によれば、視点から遠い第一種仮想物体の形状データから頂点座標を生成しないため、頂点座標生成による計算負荷を小さくできる。

【0127】前記視点から所定範囲内に配置座標を有する仮想物体までの距離が、所定の長さより短いかなかを判定する第4判定手段を備え、前記変換手段は、当該距離が短い仮想物体名の第一種形状データを頂点座標に変換することを特徴とする画像表示装置によれば、視点から遠い第一種仮想物体の形状データから頂点座標を生成しないため、頂点座標生成による計算負荷を小さくできる。

【0128】画像表示装置は、視点から所定範囲内に配置座標を有する仮想物体までの距離が、所定の長さより短いかなかを判定する第5判定手段を備え、前記変換手段は、測定された距離が短い仮想物体名の第一種形状データを第1頂点座標群に変換し、測定された距離が長い仮想物体名の第一種形状データを、より頂点座標の数が少ない第2頂点座標群に変換することを特徴とする画像表示装置によれば、視点から遠い仮想物体であって、第一種形状データを有するものは、省略形状を生成することにより、頂点座標生成による計算負荷や、レンダリング負荷を小さくできる。

【0129】仮想物体は複数領域に分割され、仮想空間内の各分割領域が占める座標を記憶する第2記憶手段を備え、前記検出手段は、視点座標が移動すると、視点が属する分割領域に配置座標を有する仮想物体名を、視点座標を基準にした所定範囲内に配置座標を有する仮想物体名として検出することを特徴とする画像表示装置によれば、視点と仮想物体の距離を計算することなく視点に近い仮想物体を検索できるため、計算負荷を小さくできる。

【0130】仮想物体は複数の通路が設置され、仮想空間内の各通路が占める座標を記憶する第3記憶手段を備え、前記移動手段は、操作者の操作を受け付けて、第3記憶手段に記憶された通路上で視点座標を移動させ、前記検出手段は、視点座標が移動すると、視点の属する通路に沿った配置座標を有する仮想物体名を、視点座標を基準にした所定範囲内に配置座標を有する仮想物体名として検出することを特徴とする画像表示装置によれば、視点と仮想物体の距離を計算することなく視点に近い仮想物体を検索できるため、計算負荷を小さくできる。

【0131】仮想物体の基本構造に依存した様式により仮想物体の形状を示す第一種形状データと、仮想物体の

形状を近似した複数多角形の頂点座標を含む第二種形状データとが記録された記録媒体を用いて仮想空間内の光景画像を表示する画像表示装置であって、仮想空間における複数仮想物体のそれぞれの配置座標と、当該配置座標に配すべき仮想物体名と、各仮想物体の種別とからなるマップ情報を記憶する第1記憶手段と、操作者の操作を受け付けて、仮想空間において視点座標を移動させる移動手段と、視点座標が移動すると、視点座標を基準にした所定範囲内に配置座標を有する仮想物体名を第1記憶手段から検出する検出手段と、検出された仮想物体名の第一種形状データを記録媒体から読み出す第1読出手段と、検出された仮想物体名の第二種形状データを記録媒体から読み出す第2読出手段と、所定のアルゴリズムを実行することにより、記録媒体から読み出された第一種形状データを頂点座標に変換する変換手段と、第2読出手段により読み出された第二種形状データ内の頂点座標から仮想物体の投影像を生成する第1生成手段と、変換手段により形状データから変換された頂点座標から仮想物体の投影像を生成する第2生成手段と、第1、第2生成手段により生成された投影像を合成して、光景画像を得る合成手段とを備える画像表示装置によれば、基本構造に依存した様式により第一種形状データは、形状データが表現されているので、複数ポリゴンの頂点座標を含む従来式の形状データと比較して、データサイズは至って小さい。データサイズの小ささ故に、読み出し負荷も小さいので、視点の移動に伴って、必要なもののみを記録媒体から読み出し、適宜変換して光景画像に合成させることができる。このようにデータサイズの小さい構造で第一種形状データを構成することにより、たとえ記録媒体からの読出速度が遅くても、対話性の低下が損なわれないという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】第3、4、6実施形態による画像表示装置の構成を示すブロック図である。

【図2】第1実施形態による画像表示装置の構成を示すブロック図である。

【図3】実施形態の説明で用いる仮想空間の構成を示す図である。

【図4】第1、3、4、5、7実施形態の説明で用いる記録媒体1の記憶内容の例である。

【図5】第1、3、4、6、7実施形態の説明で用いるオブジェクト属性値記憶部の記憶内容の例である。

【図6】第1、2、3、4、5実施形態の説明で用いるオブジェクト配置記憶部の記憶内容の例である。

【図7】実施形態の説明で用いる、断面形状が道路の場合のオブジェクト形状生成アルゴリズムを説明する図である。

【図8】実施形態の説明で用いる、断面形状が線路の場合のオブジェクト形状生成アルゴリズムを説明する図である。

【図9】第1実施形態の画像表示装置の動作を示すフローチャートである。

【図10】第1実施形態の説明で用いる、形状データが生成あるいは読み込まれた結果を示す図である。

【図11】図10の形状データをレンダリングした表示例である。

【図12】第1、3、4実施形態の説明で用いる、形状データが生成あるいは読み込まれた結果を示す図である。

【図13】図12の形状データをレンダリングした表示例である。

【図14】第2実施形態による画像表示装置の構成を示すブロック図である。

【図15】第2実施形態の説明で用いる記録媒体1の記憶内容の例である。

【図16】第2実施形態の説明で用いるオブジェクト属性値記憶部の記憶内容の例である。

【図17】第2実施形態の画像表示装置の動作を示すフローチャートである。

【図18】第2実施形態の説明で用いる、形状データが生成あるいは読み込まれた結果を示す図である。

【図19】図18の形状データをレンダリングした表示例である。

【図20】第3実施形態の画像表示装置の動作を示すフローチャートである。

【図21】第3、5、6実施形態の説明で用いる、形状データが生成あるいは読み込まれた結果を示す図である。

【図22】図21の形状データをレンダリングした表示例である。

【図23】実施形態の説明で用いる、断面形状が道路の場合のオブジェクト省略形状生成アルゴリズムを説明する図である。

【図24】第4実施形態の画像表示装置の動作を示すフローチャートである。

【図25】第4実施形態の説明で用いる、形状データが生成あるいは読み込まれた結果を示す図である。

【図26】図25の形状データをレンダリングした表示例である。

【図27】第5実施形態による画像表示装置の構成を示すブロック図である。

【図28】第5実施形態の画像表示装置の動作を示すフローチャートである。

【図29】第6実施形態の説明で用いる領域分割された仮想空間の構成を示す図である。

【図30】第6実施形態の説明で用いる記録媒体1の記憶内容の例である。

【図31】第6実施形態の説明で用いるオブジェクト配置記憶部の記憶内容の例である。

【図32】第6実施形態の画像表示装置の動作を示すフ

ローチャートである。

【図33】第7実施形態による画像表示装置の構成を示すブロック図である。

【図34】第7実施形態の説明で用いる通路が配置された仮想空間の構成を示す図である。

【図35】第7実施形態の説明で用いるオブジェクト配置記憶部の通路とオブジェクトの位置関係の記憶内容の例である。

【図36】第7実施形態の画像表示装置の動作を示すフローチャートである。

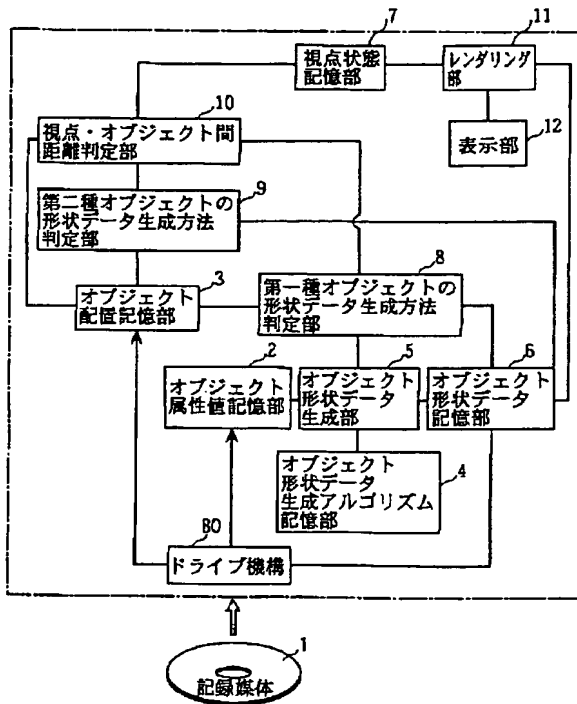
【図37】第7実施形態の説明で用いる、形状データが生成あるいは読み込まれた結果を示す図である。

【図38】図37の形状データをレンダリングした表示例である。

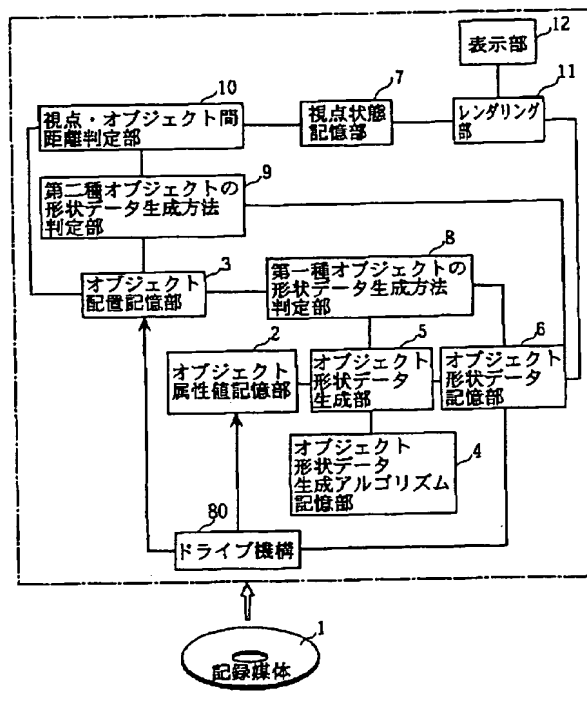
【符号の説明】

- * 1 記録媒体 1
2 オブジェクト属性値記憶部
3 オブジェクト配置記憶部
4 オブジェクト形状データ生成アルゴリズム記憶部
5 オブジェクト形状データ生成部
6 オブジェクト形状データ記憶部
7 視点状態記憶部
8 第一種オブジェクトの形状データ生成方法判定部
9 第二種オブジェクトの形状データ生成方法判定部
10 視点・オブジェクト間距離判定部
11 レンダリング部
* 12 表示部

【図1】



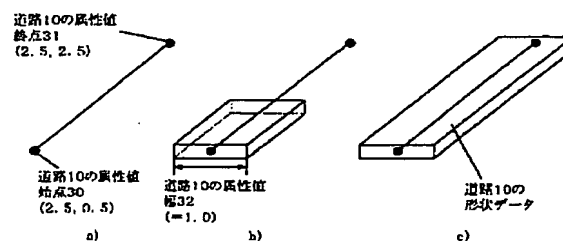
【図2】



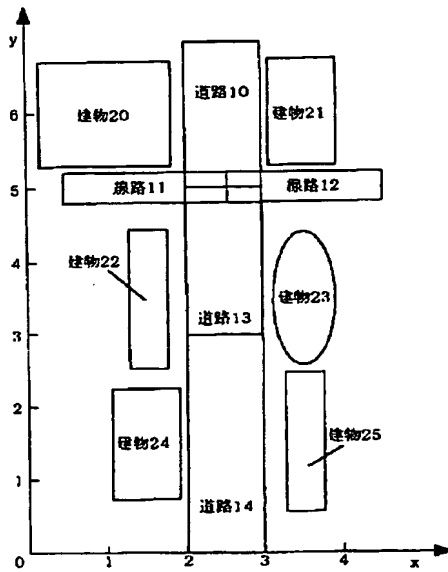
【図5】

オブジェクト名	属性値(物体名, 幅, 始点, 終点)
道路10	(道路, 1.0, (2.5, 5.0), (2.5, 7.0))
線路11	(線路, 0.5, (0.5, 5.0), (2.5, 5.0))
線路12	(線路, 0.5, (2.5, 5.0), (4.5, 5.0))
道路13	(道路, 1.0, (2.5, 3.0), (2.5, 5.0))
道路14	(道路, 1.0, (2.5, 0.0), (2.5, 3.0))

【図7】



【図3】



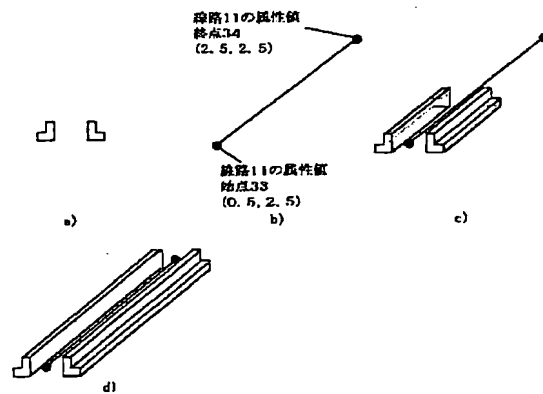
【図4】

オブジェクト名	区分	位置	属性値(物体名, 幅, 始点, 終点)または形状データ
道路10	第一種	(2.5, 5.0)	(道路, 1.0, (2.5, 5.0), (2.5, 7.0))
線路11	第一種	(1.5, 5.0)	(線路, 0.5, (0.5, 5.0), (2.5, 5.0))
線路12	第一種	(3.5, 5.0)	(線路, 0.5, (2.5, 5.0), (4.5, 5.0))
道路13	第一種	(2.5, 4.0)	(道路, 1.0, (2.5, 3.0), (2.5, 5.0))
道路14	第一種	(2.5, 1.5)	(道路, 1.0, (2.5, 0.0), (2.5, 3.0))
建物20	第二種	(1.0, 6.0)	
建物21	第二種	(3.5, 6.0)	
建物22	第二種	(1.5, 3.5)	
建物23	第二種	(3.5, 3.5)	
建物24	第二種	(1.5, 5.0)	
建物25	第二種	(3.5, 1.5)	

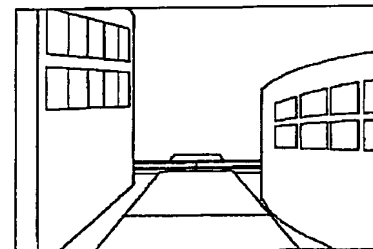
【図6】

オブジェクト名	区分	位置
道路10	第一種	(2.5, 5.0)
線路11	第一種	(1.5, 5.0)
線路12	第一種	(3.5, 5.0)
道路13	第一種	(2.5, 4.0)
道路14	第一種	(2.5, 1.5)
建物20	第二種	(1.0, 6.0)
建物21	第二種	(3.5, 6.0)
建物22	第二種	(1.5, 3.5)
建物23	第二種	(3.5, 3.5)
建物24	第二種	(1.5, 5.0)
建物25	第二種	(3.5, 1.5)

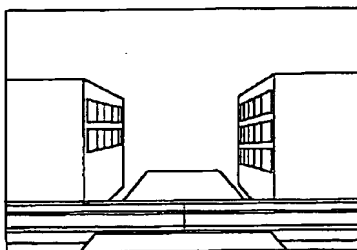
【図8】



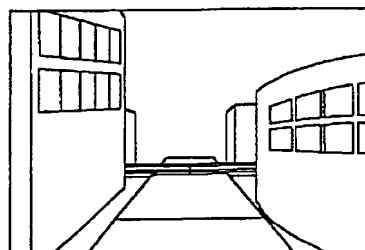
【図11】



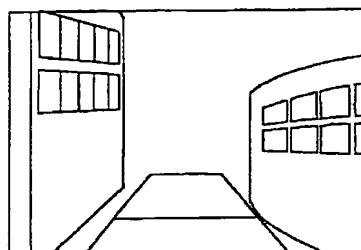
【図13】



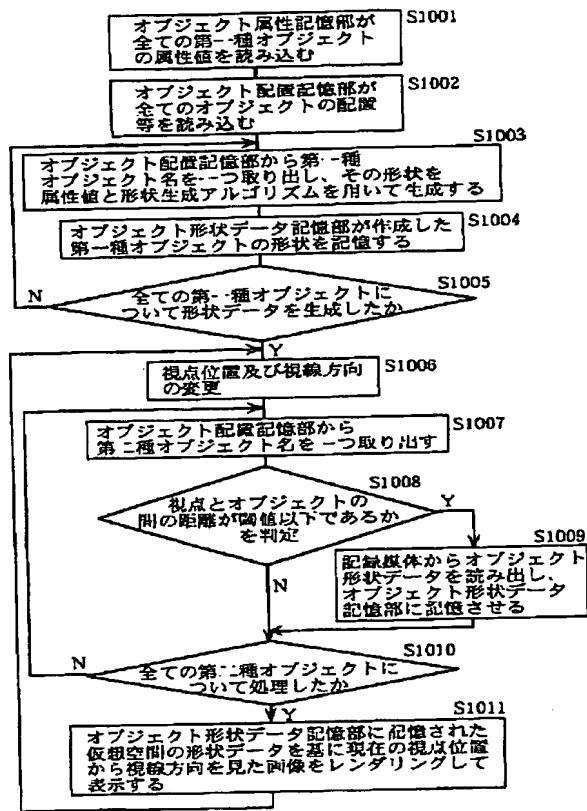
【図19】



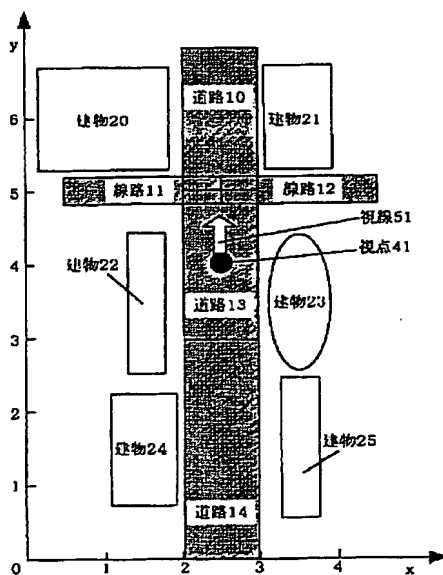
【図22】



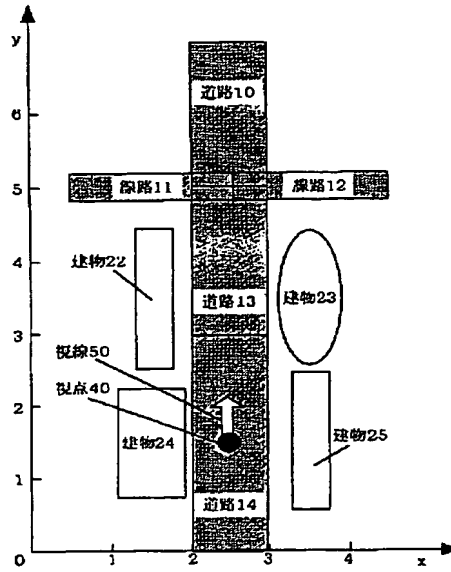
【図9】



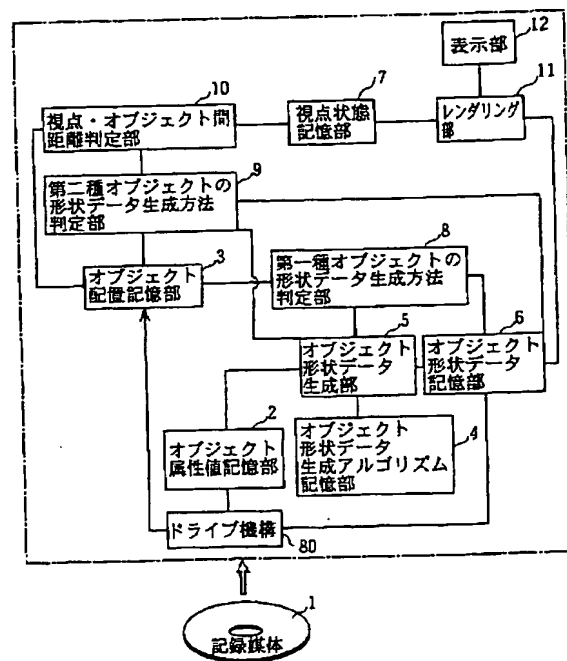
【図12】






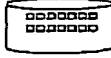


【図10】



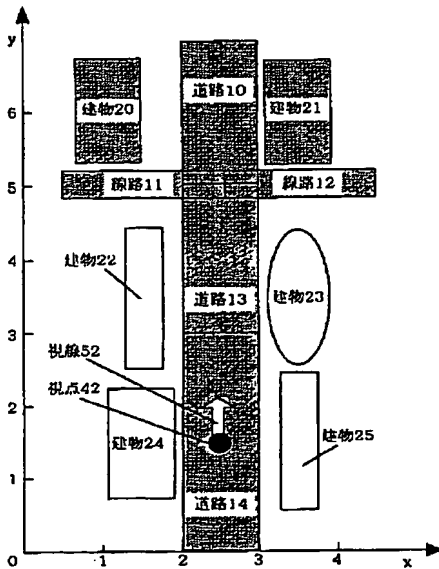
【図14】



【図15】

オブジェクト名	区分	位置	属性値(物体名, 幅/高さ, 始点, 終点)及び形状データ
道路10	第一種	(2.5, 5.0)	(道路, 1.0, (2.5, 5.0), (2.5, 7.0))
線路11	第一種	(1.5, 5.0)	(線路, 0.5, (0.5, 5.0), (2.5, 5.0))
線路12	第一種	(3.5, 5.0)	(線路, 0.5, (2.5, 5.0), (4.5, 5.0))
道路13	第一種	(2.5, 4.0)	(道路, 1.0, (2.5, 3.0), (2.5, 5.0))
道路14	第一種	(2.5, 1.5)	(道路, 1.0, (2.5, 0.0), (2.5, 3.0))
建物20	第二種	(1.0, 6.0)	(建物, 1.0, ,) 
建物21	第二種	(3.5, 6.0)	(建物, 1.0, ,) 
建物22	第二種	(1.5, 3.5)	(建物, 2.0, ,) 
建物23	第二種	(3.5, 3.5)	(建物, 1.0, ,) 
建物24	第二種	(1.5, 5.0)	(建物, 1.0, ,) 
建物25	第二種	(3.5, 1.5)	(建物, 2.0, ,) 

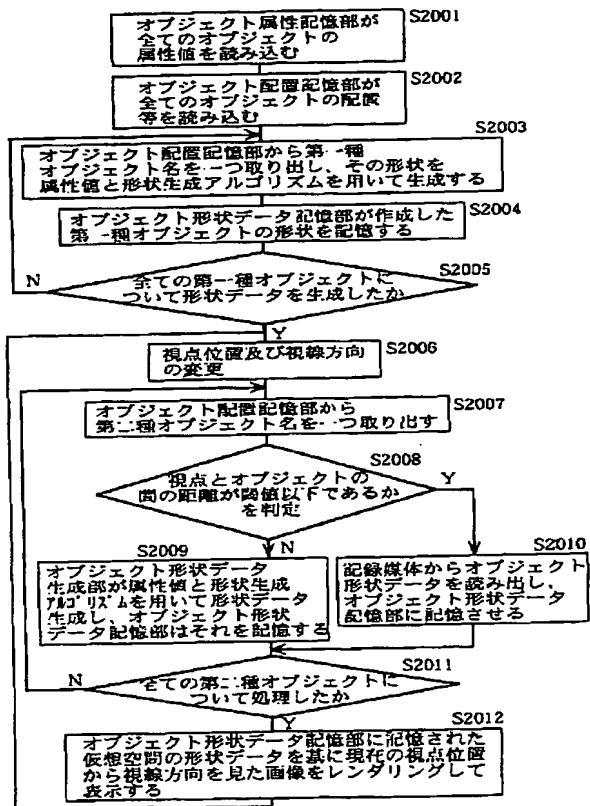
【図18】



【図16】

オブジェクト名	属性値(物体名, 幅/高さ, 始点, 終点)
道路10	(道路, 1.0, (2.5, 5.0), (2.5, 7.0))
線路11	(線路, 0.5, (0.5, 5.0), (2.5, 5.0))
線路12	(線路, 0.5, (2.5, 5.0), (4.5, 5.0))
道路13	(道路, 1.0, (2.5, 3.0), (2.5, 5.0))
道路14	(道路, 1.0, (2.5, 0.0), (2.5, 3.0))
建物20	(建物, 1.0, ,)
建物21	(建物, 1.0, ,)
建物22	(建物, 2.0, ,)
建物23	(建物, 1.0, ,)
建物24	(建物, 1.0, ,)
建物25	(建物, 2.0, ,)

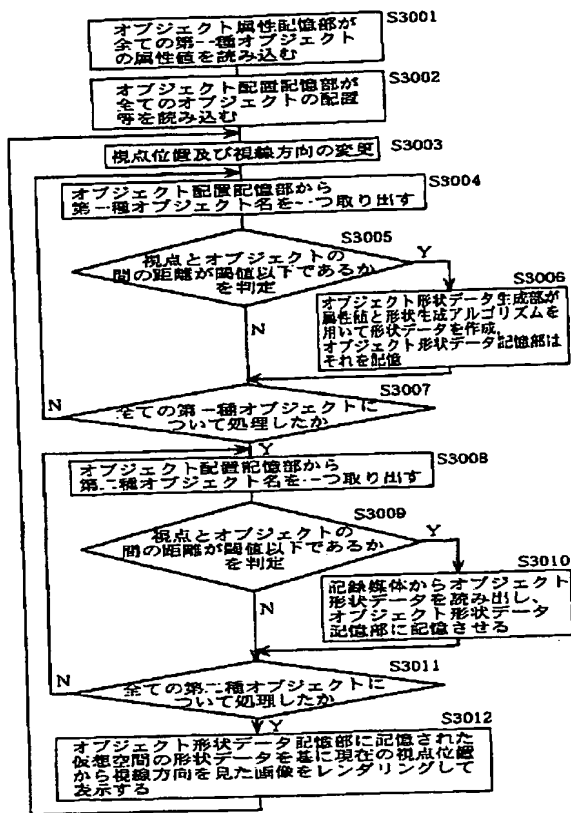
【図17】



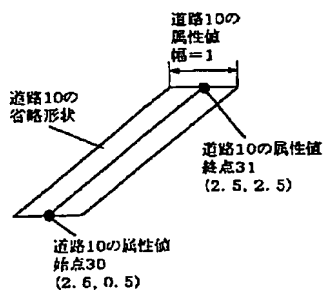
【図35】

通路名	隣接オブジェクト名	隣接通路名
通路70	道路10, 建物20, 建物21, 線路20, 線路21	通路73
通路73	道路13, 建物22, 建物23	通路70, 通路74
通路74	道路14, 建物24, 建物25	通路73

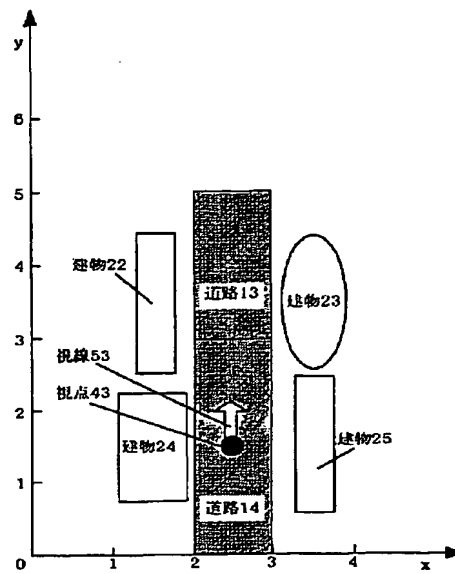
【図20】



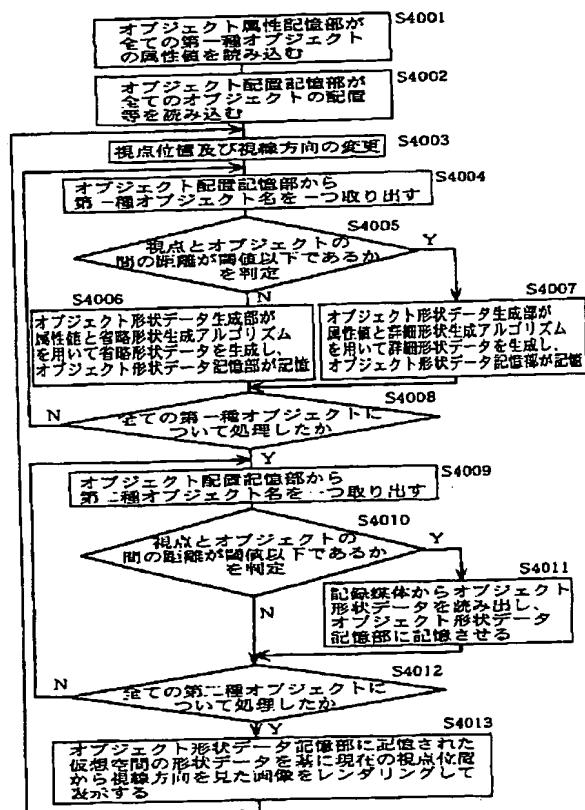
【図23】



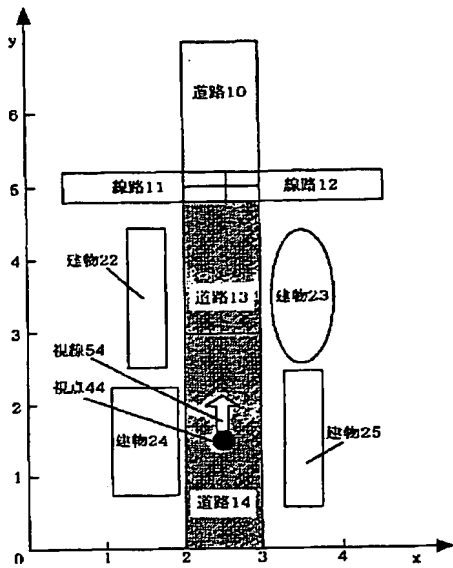
【図21】



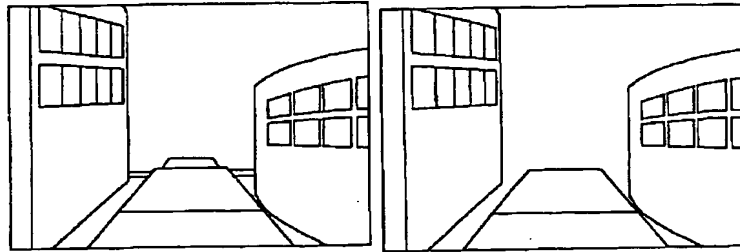
【図24】



【図25】

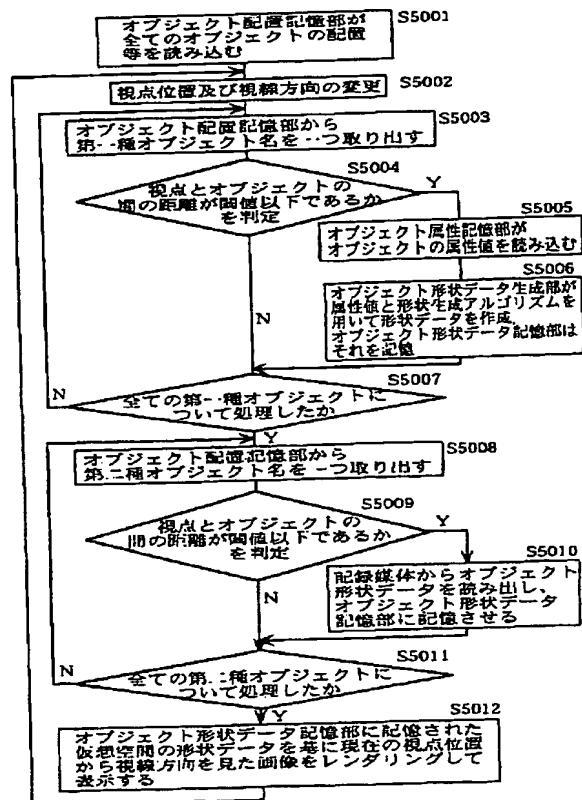


【図26】

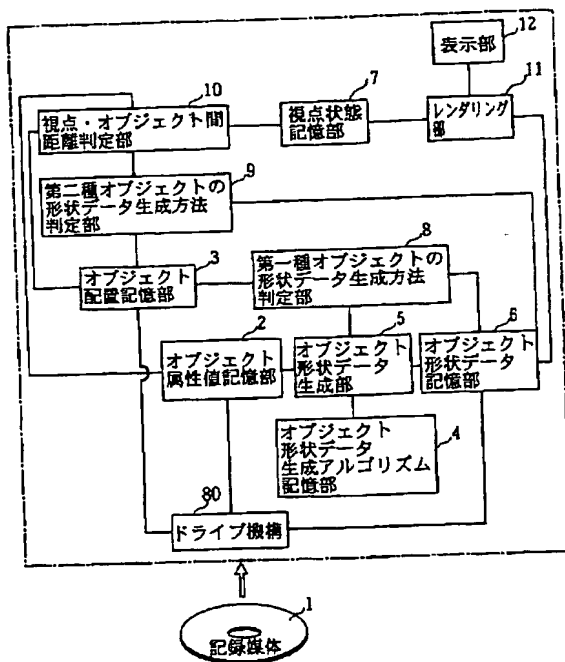


【図38】

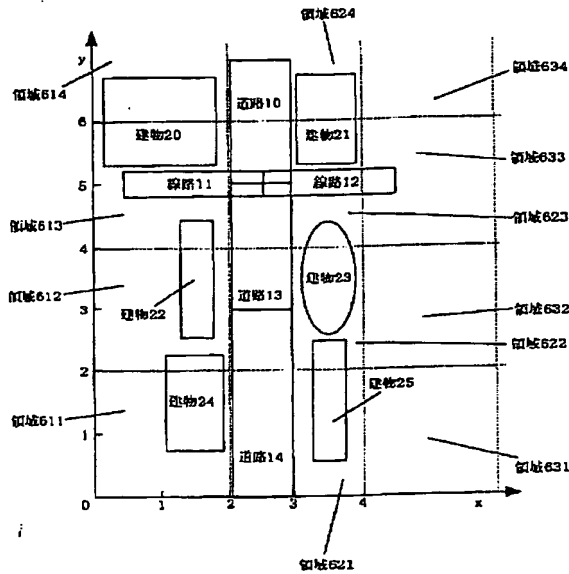
【図28】



【図27】



【図29】



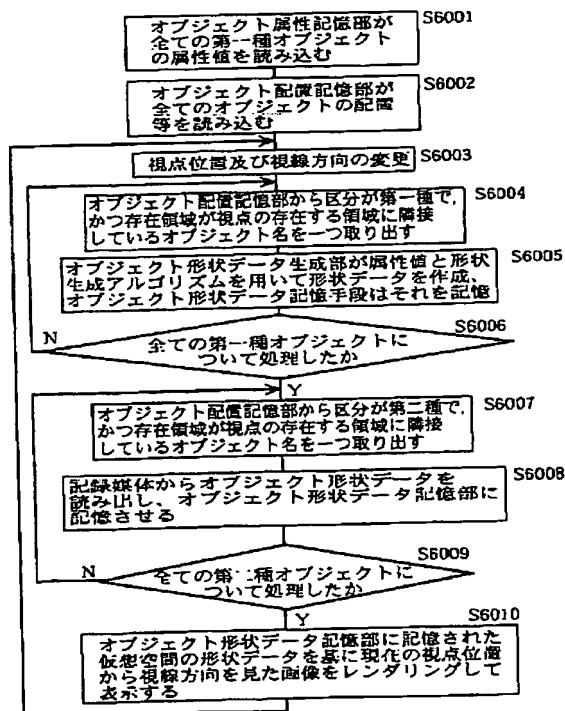
【図30】

オブジェクト名	区分	存在領域	位置	属性値(物体名, 幅, 長さ, 高さ)または形状データ
道路10	第一種	領域623	(2.5, 6.0)	(道路, 1.0, (2.5, 5.0), (2.5, 7.0))
道路11	第一種	領域613	(1.5, 5.0)	(道路, 0.5, (0.5, 5.0), (2.5, 5.0))
道路12	第一種	領域623	(3.5, 5.0)	(道路, 0.5, (2.5, 5.0), (4.5, 5.0))
道路13	第一種	領域622	(2.5, 4.0)	(道路, 1.0, (2.5, 3.0), (2.5, 5.0))
道路14	第一種	領域621	(2.5, 1.5)	(道路, 1.0, (2.5, 0.0), (2.5, 3.0))
建物20	第二種	領域613	(1.0, 6.0)	
建物21	第二種	領域623	(3.5, 6.0)	
建物22	第二種	領域612	(1.5, 3.5)	
建物23	第二種	領域622	(3.5, 3.5)	
建物24	第二種	領域611	(1.5, 5.0)	
建物25	第二種	領域621	(3.5, 1.5)	

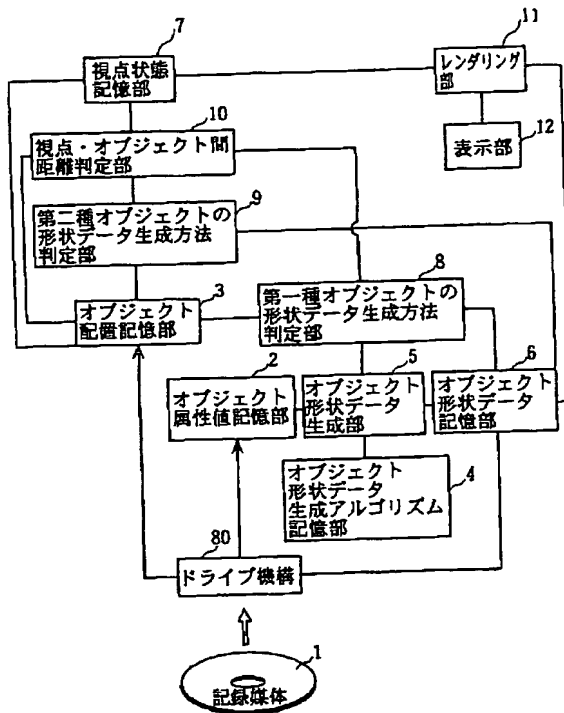
【図31】

オブジェクト名	区分	存在領域	位置
道路10	第一種	領域623	(2.5, 6.0)
道路11	第一種	領域613	(1.5, 5.0)
道路12	第一種	領域623	(3.5, 5.0)
道路13	第一種	領域622	(2.5, 4.0)
道路14	第一種	領域621	(2.5, 1.5)
建物20	第二種	領域613	(1.0, 6.0)
建物21	第二種	領域623	(3.5, 6.0)
建物22	第二種	領域612	(1.5, 3.5)
建物23	第二種	領域622	(3.5, 3.5)
建物24	第二種	領域611	(1.5, 5.0)
建物25	第二種	領域621	(3.5, 1.5)

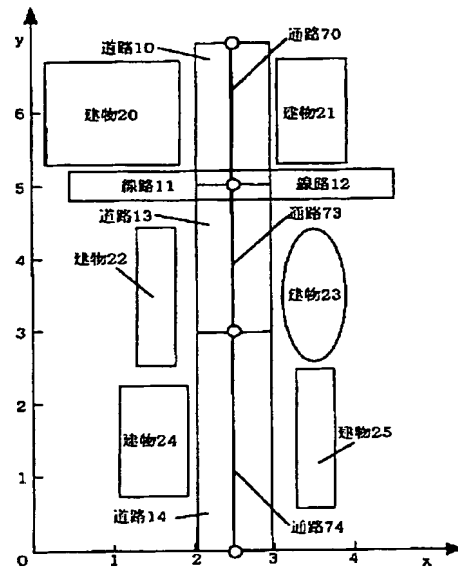
【図32】



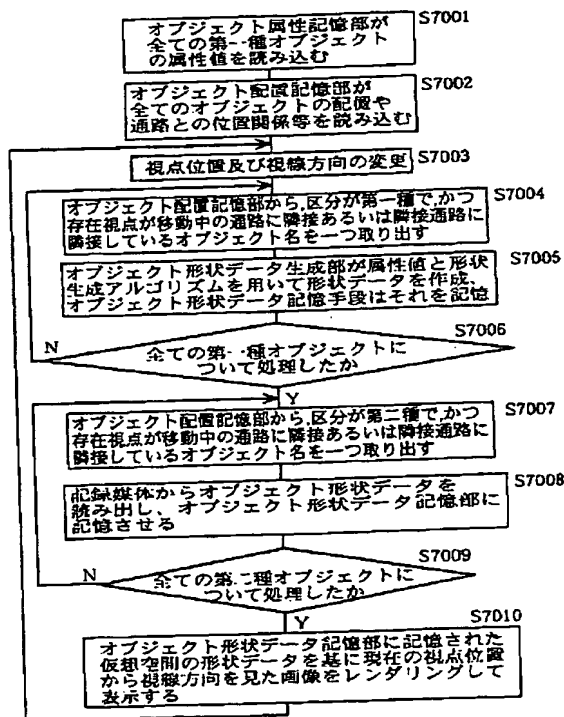
【図33】



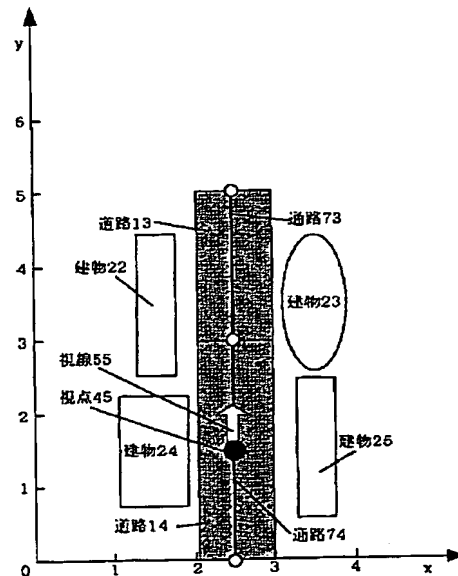
【図34】



【図36】



【図37】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.